



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicación del estudio de métodos para incrementar la productividad en el
área de producción de la empresa Ingisor E.I.R.L. – Piura**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Rivas Rujel, Fredy Licarion (ORCID:0000-0003-0593-4155)

ASESOR:

MSC. Seminario Atarama, Mario Roberto (ORCID:0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

PIURA –PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, por sus gracias extendida a diario, por inspirar en mí ser mejor persona cada día, por las fuerzas multiplicadas para lograr llegar al final de esta etapa.

A quienes de alguna u otra manera colaboraron y fueron partícipes en el desarrollo de este trabajo.

Agradecimiento

A mi esposa por su constancia y dedicación, e influir en los deseos de superación, por sostener los sueños e incrementar la fe para lograrlos.

A mis hijos, quienes son la motivación para lograr los objetivos trazados, por su comprensión al quitar tiempo valioso y dedicarlo a la elaboración de este proyecto.

A mis padres por sus consejos y continua enseñanza de los valores inculcados durante toda mi vida tratando de hacer una mejor persona que fortalezca la sociedad.

Finalmente, a INGINOR quien a diario nos cobija en sus instalaciones y permite desarrollar nuestras capacidades como profesionales, tratando de realizar nuestra labor con el mejor de los deseos.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Las técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimientos.....	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN.....	19
VI. CONCLUSIONES.....	21
VII. RECOMENDACIONES	22
REFERENCIAS.....	23
ANEXOS	27

RESUMEN

La presente tesis titulada “Aplicación del estudio de métodos para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L”, es de diseño experimental ya que se va manipular la variable independiente que es el estudio de métodos para poder llegar a productividad, tiene como objetivo mejorar la productividad reduciendo tiempo empleado por el operario, reduciendo actividades improductivas y a la vez disminuyendo desperdicios de materiales en la cual constituyen un aumento de aprovechamiento de recursos para maximizar la productividad gracias a la aplicación de estudio de métodos, se utilizó una muestra por conveniencia, de una población de un mes antes (pre test)y un mes después (post test). El estudio permitió mejorar el número de actividades en un 24.1 %, también se ha reducido el tiempo que emplea el operario en las actividades en un 18.7 %, asimismo se ha reducido la cantidad de desperdicios en un 2.9 %, concluyendo que ha dado resultados dicha aplicación del estudio de métodos en la organización.

Palabras claves: estudio de métodos, tiempo, desperdicios, actividades, productividad.

ABSTRACT

The present investigation titled "Application of the study of methods to increase the productivity in the area of production of the company INGINOR EIRL", is of experimental design since it is going to manipulate the independent variable that is the study of methods to be able to reach productivity, aims to improve productivity by reducing time spent by the operator, reducing unproductive activities and at the same time decreasing material waste in which they constitute an increase in the use of resources to maximize productivity thanks to the application of methods study, a sample was used for convenience, from a population one month before (pre-test) and one month later (post-test). The study made it possible to improve the number of activities by 24.1%, the time spent by the operator in the activities has also been reduced by 18.7%, the amount of waste has also been reduced by 2.9%, concluding that it has given results Application of the study of methods in the organization.

Keywords: study of methods, time, waste, activities, productivity

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo competitivo actualmente las empresas buscan a mejorar sus procesos, actividades y operaciones para brindar un servicio o vender un producto de calidad y entrar en competencia con muchas que existen. En los últimos años la empresa INGINOR EIRL está incrementando sus operaciones de servicios e instalaciones de sistemas de gas industrial en la zona norte del país.

Entre las fuentes de energía más importantes, la tercera es el gas natural, posterior al petróleo y el carbón. En el Perú, para el último decenio y con frecuencia anual, han incrementado las reservas de gas natural hasta en un 5%. Dadas sus diversas aplicaciones, tiene una gran importancia en la industria mundial; gracias al incremento de las reservas, se estima que existen 150 billones de m³ de gas natural (OSINERGMIN, 2014).

Para las actividades de instalación de gas industrial es necesario el empleo de personal en las diferentes operaciones del proceso de dicha instalación y por ende las organizaciones apuntan a reducir los desperdicios generados por el mismo.

La baja productividad de las economías de América Latina y el Caribe son un problema grave que requiere un análisis detallado para tomar alternativas efectivas (ARPEL, 2018; Rivera y otros, 2020). Esto porque la productividad tiene relación directa con aspectos macroeconómicos y de métodos y estrategias específicas de cada empresa (Grazzi y Pietrobelli, 2016). Asimismo, en los últimos años las organizaciones se encuentran en un mundo competidor, puesto que afrontan una disputa firme para satisfacer a sus clientes (FOREMAM, 2020). La eficiencia se ve afectada en las organizaciones a razón que las formas de producción no están respaldadas por un estudio de planificación del trabajo para efectuar sus actividades (ENERGY WORKING GROUP, 2016; BULGHERONI, 2017).

La economía en el Perú viene creciendo lentamente, pero está fuertemente vinculada con los precios del mercado externo, en específico de los minerales y los combustibles fósiles (ERNST & YOUNG, 2019). Para el 2004, cuando se inician las operaciones en Camisea, también inicia una transformación de la matriz energética del Perú (REPSOL, 2018). Esta explotación significó ganancias para el país, puesto

que experimentó un crecimiento importante de la demanda (ENERGY WORKING GROUP, 2016). Adicionalmente, existió un compromiso, por parte de la empresa no sólo para la exportación; sino también para la transformación energética del país, que permita mejorar las condiciones del mercado interno, y sea atractivo a la inversión (OSINERMIN, 2018).

La empresa INGINOR E.I.R.L, viene laborando desde el año 2010, su actividad primordial es la instalación de gas industrial, la cual cuenta con un área de producción donde se encargan principalmente obras metalmecánica y soldadura, para luego ser entregada al cliente según sus necesidades. Presentemente en dicha organización, no consta de un método definitivo para el progreso de sus actividades de instalación de gas industrial, además de que se evidencia tiempos improductivos en los operarios y desperdicios de materiales en grandes cantidades, estas operaciones presentan inconvenientes en el desarrollo de las actividades rutinarias. Los problemas que se presentan por la falta de un estudio de métodos de trabajo, estudio de tiempos, ocasiona desperdicios de tiempos en las funciones de los trabajadores. Ante esta situación, el presente estudio se plantea como objetivo general: Aplicar el estudio de métodos para incrementar la productividad en la empresa Instalaciones de Gas Industrial del Norte E.I.R.L.- Piura.

En el contexto descrito, se formula como pregunta general: ¿Cuánto incrementará la productividad del área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicando estudio de métodos? Adicionalmente se plantearon como preguntas específicas: ¿Cuánto se reducirá el número de actividades del área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicado estudio de métodos?, ¿Cuánto se reducirá el tiempo empleado por los operarios en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicado estudio de métodos?, ¿En qué forma se reducirá la cantidad de desperdicios en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicado estudio de métodos?

La presente tesis se justifica mediante el impacto potencial práctico ya que contribuye información que puede resolver problemas, en este estudio se trata de incrementar la productividad aplicando estudio de métodos en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL. El estudio de métodos es importante

para esta organización así también a otras que realizan actividades del mismo rubro industrial. Se busca lograr que las actividades sean sencillas de verificar, de controlar y medir para que se obtenga modelos para la mejora continua con el fin de obtener resultados cuantificables, donde se definan las dificultades.

Al determinar los estándares para el desarrollo del trabajo; la investigación busca mejorar el desempeño de las condiciones de los trabajadores; para que la ejecución de sus actividades se realice con menor incertidumbre; de esta forma pueda ser compensada o reconocida por el empleador. El beneficiario primordial de esta investigación será para la empresa INGINOR EIRL, puesto que busca dar un valor agregado para las actividades que viene desempeñando, así también se verán beneficiados los clientes; ya que se reducirán los tiempos para su atención.

Se planteó como hipótesis general: La aplicación del estudio de métodos se incrementa la productividad en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL. Y como hipótesis específicas: La aplicación del estudio de métodos se reduce el número de actividades en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL; La aplicación del estudio de métodos reduce el tiempo observado empleado por el operario en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL; La aplicación del estudio de métodos reduce la cantidad de desperdicios en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL.

Por lo tanto, el objetivo general fue: Incrementar la productividad en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicando el estudio de métodos. Y los objetivos específicos: Reducir el número de actividades del área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicando estudio de métodos; Reducir el tiempo observado empleado por los operarios en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicando estudio de métodos; Reducir la cantidad de desperdicios en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicando estudio de métodos.

II. MARCO TEÓRICO

Se tiene como base investigaciones internacionales relacionadas al presente trabajo de investigación como los trabajos de Rodríguez (2008) presentó la investigación relacionada a determinar el tiempo estándar para actualizar los gráficos en el área de producción de una compañía manufacturera; como objetivos específico, tuvo en cuenta: Identificar las actividades para la ejecución del estudio de tiempos, medir la duración de cada proceso de producción y precisar la duración de cada proceso. Entre sus conclusiones se destacan que se consiguió un resultado tolerable para que la empresa lo maneje en las operaciones del proceso, y de esta manera pueda servir como base para efectuar cambios, en busca de mejorar la productividad; además la importancia del tiempo estándar para la fabricación de un producto, la empresa pueda tomar decisiones al poseer juicio de su capacidad de producción.

De igual carácter tomamos la tesis de Alomoto (2014) presentó una investigación relacionada al estudio de movimientos y tiempos aplicado al proceso productivo en el planteamiento de un sistema de producción en el área conformada por hornos rotativos, en una empresa de metalmecánica; tuvo como propósito, graficar la duración de periodos improductivos en diagramas de flujo; también buscó examinar la ruta de los procesos; y evaluar la composición actual de planta del proceso productivo. Entre sus conclusiones se puede precisar las siguientes: Se logró mejorar la calidad del producto, gracias a la forma de aprovechar los recursos para la fabricación de hornos rotativos; esta mejora consistió en reducir los desperdicios de tiempo tanto de la mano de obra como de las máquinas, y con la mejora en la distribución de los equipos, maquinaria y materia prima, se alcanzó una mejora del 50%. Esta investigación sirvió como referente para aplicar en otras empresas metalmecánicas que tenga por objetivo el incremento de su producción; Las actividades eliminadas será de gran ayuda, con el tiempo reducido se establecerá en producir más componentes para el armado de los Hornos Rotativos; Este estudio ha demostrado la eficiencia la cual aumenta y superar los niveles productivos de la empresa.

También se consideró la tesis de Cardona y Sanz (2007) investigación relacionada a una proposición acerca de mejorar los métodos y determinación de tiempos estándares de producción; cuyos objetivos fueron: Realizar la descripción de las formas de trabajo de la compañía, para estandarizar las actividades que se desarrollan; analizar los métodos en el área metalmecánica, lavado y pintura; determinar la duración de cada actividad en el área de metalmecánica, lavado y pintura. Concluye que la definición de la duración del periodo estándar para cada actividad facilitó la proyección de la producción, el control de la productividad, reducción de desperdicios de la mano de obra y maquinaria; adicionalmente, se realizaron planes: de acciones correctivas, de capacitación para operarios para mejorar sus habilidades en el proceso productivo; reubicación de las áreas en la planta para reducir los tiempos de desplazamientos en un 76%; todas las medidas permitieron una mejora en la eficiencia de las operaciones.

Entre las investigaciones nacionales se pueden mencionar a Ulco (2015) en su investigación buscó incrementar la productividad del proceso de producción en una empresa de cajas para zapatos, a través de la aplicación del estudio de métodos; el propósito de dicha investigación fue: implementar el método de estudio en el proceso productivo de cajas de calzado; definir el tiempo estándar y estimar la productividad del proceso productivo, posterior a 24 días de la implementación. La investigación tuvo una metodología del tipo aplicada, con diseño pre experimental. Concluye que, la cuantificación de tiempos en el proceso productivo determinó un periodo estándar de 407.51 minutos por cada mil cajas; por ende, la productividad fue igual que 156 cajas por hora de proceso productivo. Adicionalmente, permitió mejorar actividades que afectaban la productividad, donde el 47% de actividades fueron improductivos; entre las actividades que se mejoraron, fue en el proceso de plastificado donde se redujo el 6% del tiempo en actividades improductivas. Posterior a la aplicación de las mejoras, se definió un nuevo periodo estándar igual que 377.95 minutos por cada mil cajas de zapatos; así se produjo una reducción de 29.56 minutos por mil cajas de zapato; también se evidenció un incremento en la productividad hasta 193 cajas de zapato por hora, esto representa un crecimiento del 23.7% de productividad.

Asimismo, Heredia (2016) presentó la investigación relacionada a la mejora de productividad, de una empresa en la que se producen sacos de polipropileno; tuvo como objetivo: Proponer las mejoras para cada restricción existente en el proceso que impiden la eficiencia del proceso. Llegando a las siguientes conclusiones, la eficiencia incrementó en 1.56%, puesto que antes de la intervención la empresa tenía una eficiencia de 97.32%, posterior a la intervención aumentó hasta un 98.44%; para lograrlo se aplicó la propuesta para la reducción de desperdicios en el proceso de producción, de igual forma se aplicó el plan de mantenimiento preventivo y la implementación de las 5S's de las herramientas. Adicionalmente, con las mejoras que incluyeron una inversión de S/. 4634869,00, que tuvieron como destino la implementación de maquinaria y equipos de laboratorio; la empresa pudo alcanzar una rentabilidad del 157%; el autor resalta que cuando las mejoras sean un procedimiento estándar y cotidiano las ganancias de la empresa continuaran incrementándose.

Adauto (2015) presentó la investigación relacionada al incremento de la productividad en el proceso de mantenimiento de pallets; donde aplicó a ingeniería de métodos; cuyo propósito fue diagnosticar la relación del análisis y el rediseño del método de trabajo sobre la calidad de pallets reparadas en una planta industrial. El autor, concluye que la intervención realizada en la empresa logró una reducción del tiempo de mantenimiento de pallets de Tipo I, por medio de las estrategias de distribución de la planta de forma diferente, y el uso de la sierra sable; en 54% (de 704.875 a 326.584 minutos); de igual forma se observó una mejora en el proceso de pallets Tipo II se observó una reducción del 40% (de 704.875 a 421.14). Las estrategias empleadas también lograron acortar en 33% las distancias recorridas entre las áreas de almacén y mantenimiento para los traslados de lotes de pallets (de 506 a 338 metros). Finalmente, con la estrategia de análisis y rediseño de procesos se disminuyó y optimizó el costo unitario por concepto de mantenimiento de los pallets, logrando un ahorro en pallets Tipo I de S/.8.02, donde se redujo de S/.15.59 a S/.7.53. En cuanto a las del Tipo II se logró ahorrar S/ 4.86 del costo de mantenimiento unitario, reduciéndose de S/.15.59 a S/ 10.74.

Por último, se tomó a Rosales (2017) que presentó su investigación relacionada a la mejora de productividad mediante el uso del estudio de tiempos en una empresa

dedicada a la producción de pantalones de vestir en el departamento de San Martín; tuvo como propósito, determinar las mejoras en la eficiencia de producción posterior a la aplicación del estudio de tiempos y movimientos Ty Monti y Paaris San Martín. Se encontró que la herramienta mejoró la eficiencia en la producción de un indicador igual que 0.77, hacia una eficacia de 0.95; la productividad mejoró de 0.71 hasta un indicador igual que 0.89; y se redujo el tiempo en la producción de las prendas, de 17.77 minutos a un tiempo estándar mejorado de 14.63 minutos. Así, concluyó que la eficacia y la productividad mejoraron en 0.18 puntos; y se redujo el tiempo promedio del ciclo completo de fabricación en 3.14 minutos.

Al mismo tiempo, se presenta las bases teóricas relacionadas a las variables de investigación; iniciando con lo postulado por Kanawaty (1998), quien define el estudio de métodos como el registro y examen crítico y sistemático de las formas en que se pueden realizar las actividades, con el propósito de aplicar mejoras. Así mismo, señala que el estudio de métodos comprende realizar un proceso de revisión al proceso de producción del producto para incluir mejoras, que implican rediseño, “formulación y selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para elaborarlo” (KANAWATY, 1998). En otras palabras, el método de estudio, es aplicado con el propósito de facilitar el trabajo y obtener una productividad óptima; este permite realizar una hoja de ruta que señala la programación del consumo de recursos para lograr el objetivo (KIRAN, 2020).

El propósito del estudio de métodos es incrementar la ganancia de la empresa analizando: materias primas, esfuerzos, edificios, depósitos, instalaciones, consumibles, herramientas, tiempos para después darles un uso racional (CASO, 2006; FADZAI y CHIPAMBWA, 2018). Al mismo tiempo, el estudio de métodos involucra realizar diferentes planes para la aplicación de las mejoras, los más destacados son: el diseño de procesos, procedimientos, equipos, áreas de trabajo, maquinaria, instalaciones para disminuir la sobrecarga de los trabajadores evitando la fatiga en el desarrollo de sus actividades, de esta manera crea mejores condiciones para efectuar un trabajo rápido, seguro y simple (GARCÍA, 2008, p. 35; SLOVIĆ y TOMAŠEVIĆ, 2017).

El método contempla los pasos siguientes: seleccionar el trabajo que debe mejorarse, por orden de prioridad, de tal forma que los primeros serán los primeros en atravesar por una mejora, esto para reducir el riesgo más alto de accidentes. En segundo lugar, se organizan las actividades que ocasionan un alto costo de producción; y al final se ordenan aquellas actividades que presentan dificultades, es decir aquellas que retrasan el ciclo de producción (GARCÍA, 2008, p.36; AKKONI y otros, 2019).

Es importante que en el primer paso se logre registrar cada detalle de trabajo, quien está a cargo del estudio debiera conocer al detalle cada actividad de la producción; los datos se registran de la observación directa del ciclo productivo (García, 2008, p.37) se hace el registro empleando los diagramas de actividades de procesos, donde se perciben las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos (GARCÍA, 2008, p. 42; CHANDURKAR y otros, 2015).

El estudio de trabajo se realiza con un análisis de los detalles del trabajo, esto se desarrolla con la técnica de entrevista, interrogando a quienes son partícipes del proceso productivo para conocer cada detalle (GARCÍA, 2008, pp.37-38). Posterior a ello, se aplica una nueva forma de ejecutar las actividades de trabajo; sometiéndolas a una serie de criterios, donde necesariamente y según las respuestas; se consideran una toma de decisión definitiva: eliminar, cuando no esté justificada la realización de la actividad; o cambiar, cuando exista la posibilidad de mejorar a una nueva maquinaria, personal más capacitado, entre otros. (GARCÍA, 2008, p.38).

Después de la aplicación de los pasos anteriores, directamente se aplica el nuevo método de trabajo donde se pone en marcha el uso de las mejoras identificadas en el estudio (GARCÍA, 2008, p.39). En la misma línea, García (2008) señala que el quinto paso, es capacitar a los colaboradores en las nuevas formas de trabajo, donde se apliquen las mejoras a la práctica, el éxito de este proceso depende de las habilidades individuales y grupales del equipo de trabajo (p.139).

El estudio de tiempo es una técnica de medición del trabajo que es usada para anotar los ritmos y tiempos del trabajo que corresponden a los componentes de una actividad que está determinada y realizada bajo condiciones específicas y con el

propósito de realizar un análisis de los datos del tiempo adecuados para ejecutar el trabajo conforme a la norma de aplicación preestablecida (KANAWATY, 1998; SANJAY y PHATAK, 2017). Entre las ventajas que ofrece el estudio de métodos, se encuentran las mejoras en la eficiencia de la actividad, menores estándares de tiempo; lo anterior son las razones por las cuales la herramienta se considera muy importante para la administración, con ello logrará controlar eficiencia del trabajo y tiene la opción de incrementarla (GARCÍA, 2008, p.178; MOKTADIR y otros, 2017). García (2008) señala que cuando existen bajos rendimientos o un exceso de tiempo improductivo, es necesario que el estudio se realice con mediciones de los tiempos a través de un cronómetro; estandarizar el tiempo y cuando surgen demoras causadas por una operación lenta (GARCÍA, 2008, p.185).

Kanawat (1998) señaló que, al iniciar con la selección de la actividad para estandarizar, donde las diferentes operaciones se realizan por diferentes colaboradores (la misma actividad en paralelo), es necesario centrarse individualmente en uno de ellos, evaluar los tiempos de cada colaborador, promediarlos y seleccionar al colaborador con el tiempo más cercano al promedio para realizar el estudio. Es importante que el colaborador se le informe adecuadamente, al igual que el resto del personal, con el fin de evitar distracciones mientras se realiza la observación, puesto que alterará al operario y los tiempos por consecuencia.

Mishra (2015) señala que, la primera medición permitirá definir el número de muestras de tiempos necesarias, y con el uso de estadísticas para muestras (media y la desviación estándar) de las mismas; puesto que, a mayor desviación estándar, mayor será el número de muestras que se requerirán. Por esta razón, es necesario excluir las tomas de medición en operaciones que no presentan un comportamiento normal, es decir aquellas que se vean afectadas por alguna distracción, problemas con herramientas, materia prima defectuosa, entre otros (MISHRA, 2015).

A continuación, después de definir los porcentajes para cálculo del tiempo normal, es necesario examinar las condiciones de trabajo; para este nuevo cálculo es importante el uso de una tabla de suplementos que se debe multiplicar el tiempo normal por los porcentajes de la suma de los suplementos seleccionados, obteniendo como resultado el tiempo estándar. En este sentido, García (2008)

señala que, el propósito de la “medición del trabajo, es incrementar la eficiencia del trabajo, proporcionar estándares de tiempo, que servirán de información a otros sistemas de la empresa” (p.178).

La aplicación de la herramienta de medición del trabajo es la parte cuantitativa del estudio, puesto que proporciona la medición de la energía empleada en las actividades; en relación del tiempo otorgado a un trabajador, desarrollar una tarea específica, muy cerca de la frecuencia normal y un método predeterminado (GARCÍA, 2008, p.179). Así, García (2008) define que el tiempo observado, es aquel que mide la duración de ejecutar una operación o una combinación de ellas; la técnica para reconocer el tiempo lo más exacto posible se realiza con cronómetro; pero es limitada en observaciones, es decir un número manejable al observador (GARCÍA, 2008, p.185).

En la reducción de desperdicios los analistas de métodos siempre hallarán la manera de eliminar el manejo ineficiente de los recursos, tiempos y materia prima, sin perjudicar los resultados de la producción o el nivel de calidad requerido de la operación (NIEBEL, 2004; BISWAS y otros, 2016).

Al mismo tiempo, es importante señalar que la productividad es la correspondencia entre los bienes o servicios terminados y los recursos empleados para conseguir una producción, los recursos pueden tener diferentes fuentes, y ser materiales, financieros, mano de obra, tiempo, instalaciones, etc.; finalmente, el valor numérico de esta relación se conoce con el nombre de índice de productividad (ADEYEMI y otros, 2018; DURAN y otros, 2015).

$$\text{índice de productividad} = \frac{\text{productos obtenidos}}{\text{recursos empleados}}$$

Durán (2007) y GUJAR (2018) coinciden que la productividad puede lograrse por tres caminos diferentes: Primero, aumentar los productos manteniendo la misma cantidad de recursos. Segundo, reducir la cantidad de recursos conservando el mismo volumen de producción de los productos terminados. Y, tercero, acrecentar la producción en relación tal que sea mayor al coeficiente de crecimiento de los recursos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El estudio fue del tipo aplicado, a razón que se maneja el uso de conocimientos teóricos para aplicarlos en favor de resolver una problemática real; en este caso se desarrolló bases teóricas relacionadas al estudio de métodos y de productividad para dar solución al problema de baja productividad. La investigación aplicada según Baena (2017) indica que los resultados de este tipo de estudio son utilizados de forma casi inmediata para solucionar problemas de la realidad.

En cuanto al nivel de la investigación fue explicativo, porque implicó la búsqueda de una relación entre la variable dependiente (productividad) e independiente (estudio de métodos). Según Borusyak y otros (2018) para este tipo de investigación indican que, “los diseños explicativos se utilizan para establecer las causas de los fenómenos. Con esto se consigue explicar por qué acontece un evento, bajo qué circunstancias se muestra, o que las variables están correlacionadas, el objeto de este nivel es identificar con la constatación de la hipótesis, las cuales tienden a involucrar una relación entre variables dependientes (los efectos) e independientes (las causas)”.

Respecto al diseño, este fue experimental, es decir que se realizarán dos mediciones de las variables; la primera es una prueba previa, antes de la intervención; y una posterior a la intervención del investigador (Hernández y otros, 2014, p.141); entonces el esquema del estudio se representa como sigue:

G: 01 X 02

G: proceso productivo.

O₁: primer análisis u observación.

X: es el estudio de métodos aplicado como estímulo.

O₂: segundo análisis u observación para determinar bajo juicio si hay significancia en la mejora.

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual: es el cociente que relaciona la producción resultante y los insumos manipulados para obtener determinada cantidad de productos terminados; estos insumos pueden ser: tierra, materiales, mano de obra, tiempo, instalaciones, etc. (DURÁN, 2007).

Definición operacional: Se mide a través de los factores que permiten la producción, y se tomarán como dimensiones: tiempo observado, cantidad de desperdicios, número de actividades.

Variable independiente: Estudio de métodos

Definición conceptual: se refiere al progreso constante de las actividades por medio del registro y examen crítico sistemático de las personas al desenvolverse, buscando incrementar la productividad (Kanawaty, 1998).

Definición operacional: Se mide a través de las actividades que permiten la mejora continua, tales como: número de actividades actuales, número de actividades mejoradas, y el número total de personas capacitadas.

3.3. Población, muestra y muestreo

La población hace referencia al conjunto de personas, elementos, actividades que tienen una característica común y de interés para el investigador (RAJEEB y BALAS, 2019). Así la población según el indicador del tiempo la población fue el total de personal operarios en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L.; en el indicador de la cantidad de desperdicio la población fue la cantidad total de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L.; y en el indicador de las actividades fueron el total de actividades del proceso de empresa INGINOR E.I.R.L.

La muestra entonces, es una proporción representativa de la población (SÄFSTEN, y otros, 2020); la muestra del indicador del tiempo fue el personal operarios del área de producción de enero a febrero de 2018 de la empresa INGINOR E.I.R.L.; la muestra el indicador de la cantidad de desperdicio fue la producción de enero a

febrero 2018; y la muestra en el indicador de las actividades fueron las actividades del área de producción de enero a febrero de 2018 de la empresa INGINOR E.I.R.L.

Las muestras no probabilísticas también denominadas muestras dirigidas, es decir el procedimiento de selección es orientado por el investigador y de acuerdo a las características de los sujetos que pretende estudiar, más que por un criterio estadístico (Hernández y otros 2014, p.189-190).

Este tipo de muestras han sido utilizadas en investigaciones cuantitativas y cualitativas; cabe resaltar que la elección de los sujetos que conforman la muestra no tienen la misma posibilidad de ser elegidos; si no más bien depende de la decisión del investigador (Hernández y otros 2014, p.189-190).

3.4. Las técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de investigación es la forma de recolectar la información, mientras que el instrumento, es una herramienta que permite dicha recolección en un formato preparado para sistematizar la información (BAIRAGI, y otros, 2019)

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Indicador	Técnica	Instrumento	Validación
Tiempo observado	Observación Análisis de informes	Formato de registro de tiempos (anexo 2)	Juicio de expertos
Cantidad de Desperdicios	Observación Análisis de informes	Formato de registro de pérdidas (anexo 3)	Juicio de expertos
Número de actividades	Observación Análisis de informes	Formato de registro de actividades (anexo 1)	Juicio de expertos
Actividades actuales	Observación Análisis documentario	Ficha de registro de actividades (anexo 1)	Juicio de expertos
Actividades mejoradas	Observación Análisis documentario	Ficha de registro de actividades (anexo 1)	Juicio de expertos

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la validación de los instrumentos de recolección de información se realizó mediante “juicio de expertos”, donde tres profesionales en Ingeniería Industrial quienes son especialistas en la materia, y docentes de la Universidad

César Vallejo; analizaron los instrumentos de recolección de información para después indicar su apreciación que se evidencia con su firma al lado inferior de dicho documento.

3.5. Procedimientos

En el análisis de datos se realizó el software Excel mediante gráficos de columna, además el programa estadístico IBM SPSS para contrastar las hipótesis mediante la prueba estadística T-Student previa evaluación de su comportamiento de normalidad, aplicándole a los datos obtenidos de tiempos y pérdidas.

En el indicador número de operaciones fue analizado haciendo uso de la estadística, software Excel y el programa estadístico IBM SPSS mediante gráficos de barra.

En el indicador de desperdicios fue analizado haciendo uso de la estadística, software Excel y el programa estadístico IBM SPSS mediante gráficos de barra.

En el indicador tiempo observado fue analizado haciendo uso de la estadística, software Excel y el programa estadístico IBM SPSS mediante gráficos de barra.

3.6. Aspectos éticos

El estudio cumplió con respetar la propiedad intelectual y la autoría de los documentos de donde se extrajo información, mediante la aplicación del formato ISO 690. Adicionalmente cumplió con los principios de la ética de investigación de la casa de estudios, tal como la autonomías, beneficencia, competencia profesional y científica, justicia, libertad, no maleficencia, probidad, responsabilidad y transparencia (VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, 2020).

IV. RESULTADOS

La investigación tuvo como propósito incrementar la productividad, específicamente en en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L.; lo realizó mediante la aplicación del estudio de métodos; para ello se plantearon tres objetivos específicos, el primero fue reducir el número de actividades del área de producción de INGINOR E.I.R.L. aplicando estudio de métodos; el resultado se muestra en la Figura 1

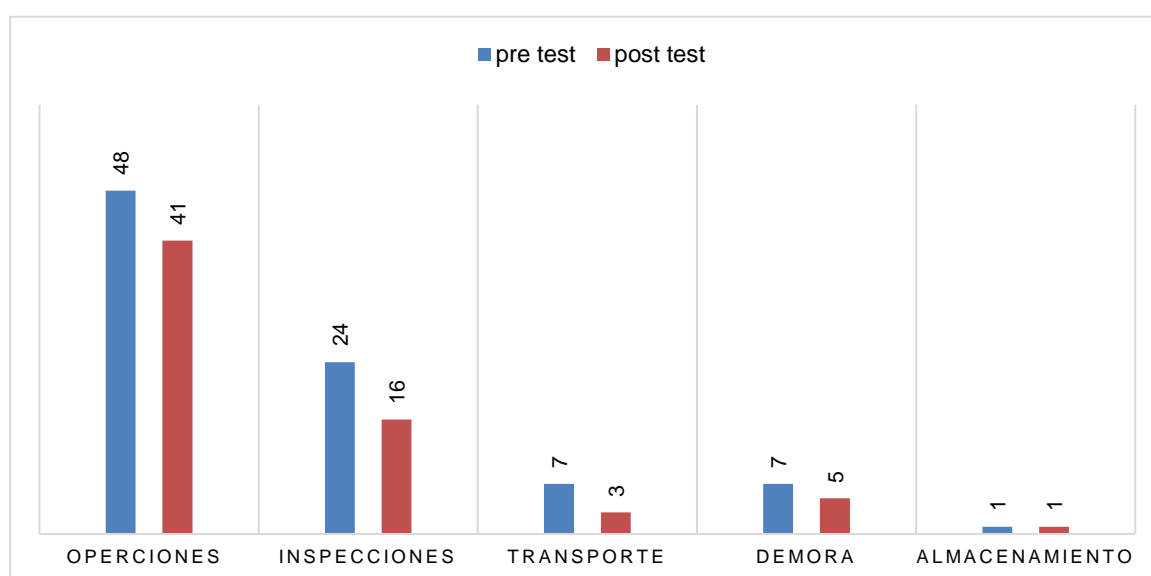


Figura 1. Actividades del área de producción

Fuente: Anexo 13, 14.

El resultado mostró que en el pre test, las actividades del área de producción son: 48 operaciones, 24 inspecciones, 7 transporte, 7 demora y 1 almacenamiento; con la aplicación del estudio de métodos y del análisis de actividades mediante los diagrama de actividades de procesos, actualmente con el método se puede observar que las actividades del área de producción son: 41 operaciones, 16 inspecciones, 3 transporte y 1 almacenamiento, la cual significa una reducción de 87 a 66 actividades o un 24.1 %, indicando así la eliminación de actividades innecesarias.

El segundo objetivo específico fue reducir el tiempo observado empleado por los colaboradores en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L. aplicando estudio de métodos; y los resultados se muestran en la Figura 2.

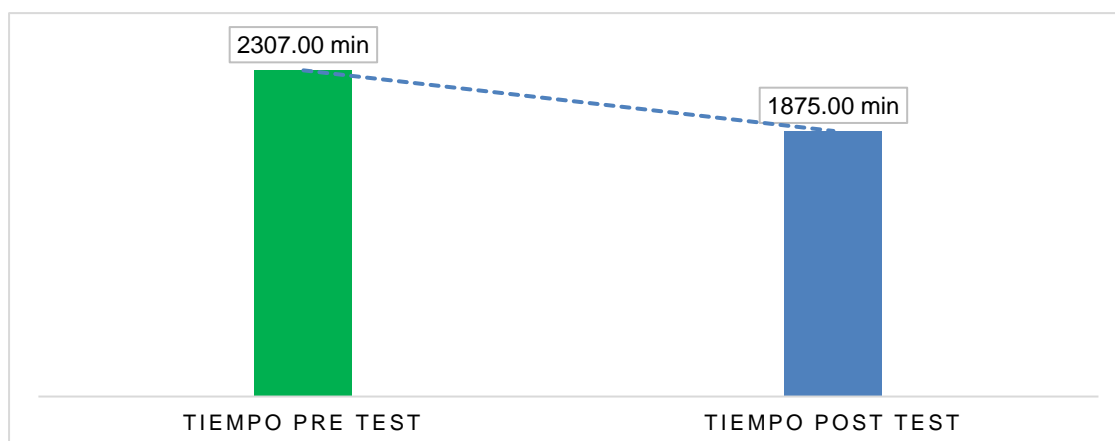


Figura 2. Tiempo que emplean los operarios en el área de producción

Fuente: Anexo 15.

De acuerdo a la figura 2, se mostró que antes de la aplicación del método mejorado (pre test), el tiempo de duración que utilizan los colaboradores es de 2307.0 minutos, con la aplicación del estudio de métodos y el uso de la herramienta de los diagramas de actividades y la medición del trabajo y su procedimiento se mejoró el tiempo empleado por los operarios es de 1875.0 minutos, indicando una reducción de un 18.7 % de dicho tiempo empleado.

El tercer objetivo específico buscó reducir la cantidad de desperdicios en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L. aplicando estudio de métodos

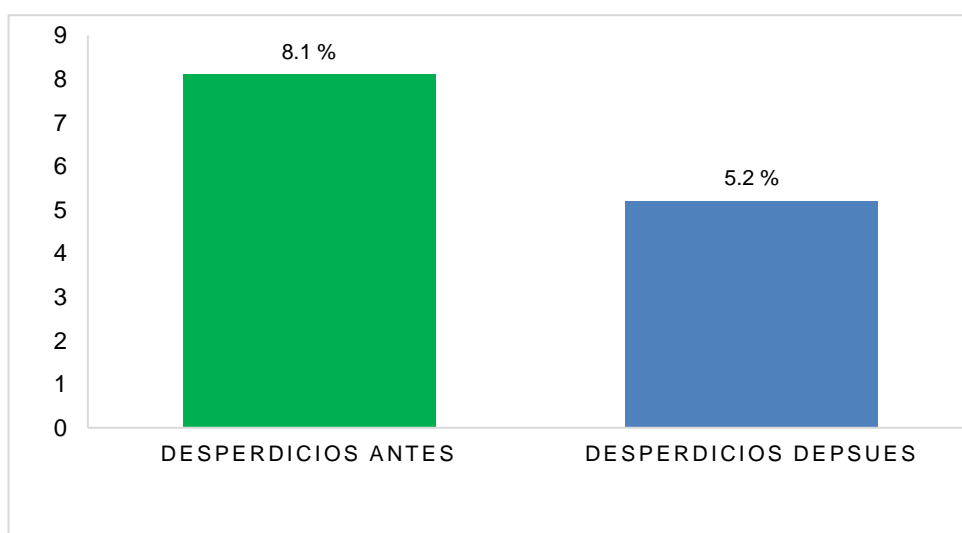


Figura 3. Cantidad de desperdicios en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L.

Fuente: Anexo 16, 17.

De acuerdo a la figura 3, se mostró que antes de la aplicación del método mejorado (pre test) la cantidad de desperdicios en el área de producción es de 8.1%, con la aplicación del estudio de métodos y la herramienta diagrama de actividades del proceso y la capacitación al personal para su concientización del personal operario se disminuyó la cantidad de desperdicios a 5.2%, indicando una reducción de un 2.9 % de la cantidad de desperdicios de materiales empleados en las actividades.

Contrastación de hipótesis

Se contrasta la hipótesis siguiente: la aplicación del estudio de métodos reduce el número de actividades en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L.

Tabla 2. Contrastación de hipótesis de la reducción del número de actividades

Número de Actividades	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl.	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	,196	,669	,371	8	,0320	4,20000	11,32696	-21,92001	30,32001
No se asumen varianzas iguales			,371	7,842	,0321	4,20000	11,32696	-22,01199	30,41199

Fuente: Anexo 18.

La prueba t–Student para muestras independientes que se aplicó para la información recolectada antes y después de la intervención del estudio de métodos con un nivel de significancia de 0,000, y fue menor al valor crítico de $\alpha=0,0320$; por ende, permite dar aceptación a la hipótesis planteada, realizando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Continuando se presenta la hipótesis: la aplicación del estudio de métodos reduce el tiempo observado empleado por el operario en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L.

En la Tabla 3 se muestra la prueba estadística t–Student, donde el nivel de significancia fue igual que 0,043; siendo este valor menor que $\alpha=0,05$; esto permitió dar la aceptación a la hipótesis planteada, realizando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Tabla 3. Contrastación de hipótesis de la reducción del tiempo observado empleado por el operario

Minutos antes - después	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	,042	,843	,222	8	,0430	86,400	388,889	-810,38	983,18055
No se asumen varianzas iguales			,222	7,901	,0430	86,400	388,889	-812,35	985,14687

Fuente: Anexo 19.

A continuación, se presenta la contrastación de hipótesis: la reducción de la aplicación del estudio de métodos en la cantidad de desperdicios en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L.

Tabla 4. Contrastación de hipótesis de la reducción de la cantidad de desperdicios en el área de producción.

Desperdicios antes- después	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	8,142	,013	1,819	14	,040	2,912	1,601	-,52207	6,347
No se asumen varianzas iguales			1,819	11,079	,046	2,912	1,601	-,609	6,434

Fuente: Anexo 20.

La prueba t–Student para muestras independientes obtenida antes y después de la aplicación del estudio de métodos tuvo un nivel de significancia de 0,004, valor que es menor $\alpha=0,040$; por ende permite dar la aceptación a la hipótesis planteada, realizando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

V. DISCUSIÓN

La investigación tuvo como propósito mejorar la productividad en el área de producción en la empresa INGINOR E.I.R.L.; finalmente se logró alcanzar el objetivo, a través de la reducción del número de actividades en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L.

Así mismo, la tesis de Ulco (2015) que también tuvo como finalidad mejorar la productividad, en este caso de la mano de obra en la empresa industrias “Art Print”, mediante la aplicación de la ingeniería de métodos alrededor de su proceso productivo de cajas de calzado. El autor determinó que la aplicación de dicha metodología fue un apoyo considerable para mejorar las actividades que estaban afectando la productividad; donde se redujeron de 47% de actividades improductivas en el proceso inicial; de igual forma se identificó que el 6% de las actividades en el proceso de Plastificado eran improductivas; en general en el área de producción se logró reducir el número de actividades del área de producción en un 24.1%, haciendo uso del estudio de métodos con los diagrama de actividades de procesos indicando que antes de la aplicación del método mejorado, las actividades del área de producción son: 48 operaciones, 24 inspecciones, 7 transporte, 7 demora y 1 almacenamiento; actualmente con el método mejorado se puede observar que las actividades del área de producción son: 41 operaciones, 16 inspecciones, 3 transporte y 1 almacenamiento.

Para el caso de estudio, se ha conseguido reducir el tiempo observado empleado por los operarios en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L., para la discusión de este objetivo se tuvo en cuenta los resultados de Rosales (2017) quien investigó acerca de la mejora en la productividad en la producción de pantalones de vestir en una empresa confecciones; aquí se aplicó el estudio de tiempos y movimientos, donde concluye que las herramientas de aplicación de estudio de métodos redujeron el tiempo promedio de ciclo de fabricación de 3.14 minutos en la línea de fabricación de pantalones de vestir, mejorando así la productividad en un 89%, de similar forma en la presente investigación con la aplicación del estudio de métodos se ha reducido del tiempo el empleado por el operario en un 18.7%, indicando que antes de la aplicación del método mejorado

(pre test) el tiempo empleado por los operarios es de 2307.0 minutos, con el método mejorado (post test) el tiempo empleado por los operarios es de 1875.0 minutos.

Respecto a la reducción de la cantidad de desperdicios en el área de producción, para la discusión de este objetivo se toma como referencia a Espinoza (2016) que presentó una investigación para mejorar la producción de sacos de polipropileno, realizó una propuesta para la minimización de mermas en el proceso de producción del producto basada en la aplicación de las herramientas de mejora continua tales como: capacitación al personal, adquisición de maquinaria nueva, un plan de mantenimiento preventivo y la implementación de las 5S's. La aplicación en general de las herramientas, permitieron una reducción de mermas de un 2,68% a un 1.56% lo que significa que se obtiene una mayor productividad; de igual manera en la presente investigación con la aplicación del estudio de métodos se ha logrado reducir los desperdicios o las meras en el área de producción de la empresa INGINOR E.I.R.L., antes de la aplicación del método mejorado (pre test) la cantidad de desperdicios en el área de producción es de 8.1%, con el método mejorado (post test) la cantidad de desperdicios en el área de producción es de 5.2%, indicando una reducción de un 2.9 % de la cantidad de desperdicios.

VI. CONCLUSIONES

1. Aplicando el estudio de métodos se ha podido reducido el número de actividades, de 87 a 66 actividades o un 24.1 %.
2. Se ha reducido el tiempo que emplea el operario en las actividades de 2307.0 minutos a 1875.0 minutos, disminuyendo un 18.7 % de dicho tiempo empleado.
3. Se ha reducido la cantidad de desperdicios generados en el área de producción de 8.1%, a 5.2%, indicando una reducción de un 2.9 %.

VII. RECOMENDACIONES

1. A la empresa INGINOR EIRL se recomienda seguir en la mejora continua, actualizando con frecuencia el estudio de sus operaciones puesto que a través del tiempo hayan modificaciones donde se reduzcan actividades.
2. Mantener el estudio de tiempos como una herramienta ideal para mejorar el rendimiento del personal y a la vez aumentar su productividad.
3. Seguir con la mejora del método para alcanzar mínimas cantidades de desperdicios en sus actividades.

REFERENCIAS

ADAUTO, Yessenia. *Análisis y rediseño del método de trabajo para el incremento de la productividad en el proceso de mantenimiento de pallets de una planta industrial*. Lima : s.n., (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería). 2015.

ADEYEMI, Hezekiah, y otros. *Review of method study approach to productivity gain: a multi-case study of portable water producing factory*. 2, 2018, Vol. 3. 2018.

ALOMOTO, Nelson. *Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos de la empresa industria metálica Cotopaxi*. Cotopaxi : s.n., (Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Cotopaxi). 2014.

AKKONI, P, VINAYAK, N y GAITONDE, V. *Applications of work study techniques for improving productivity at assembly workstation of valve manufacturing industry*. Tamil Nadu, India : s.n.. First International Conference on Materials Science and Manufacturing Technology. Vol. 561. 2019.

ARPEL. 2018. Oil & gas production in Central & South America: Investment needed to meet rising regional demand. *IOGP*. [En línea] Marzo de 2018. <https://kutt.it/DI0u4J>.

BAENA, Guillermina. *Metodología de la investigación*. s.l. : Grupo Editorial Patria, 2017.

BAIRAGI, Vinayak y MUNOT, Mousami. *Research Methodology: A Practical and Scientific Approach*. New York : s.n., 2019.

BISWAS, Sujay, CHAKRABORTY, Abhijit y BHOWMIK, Nabanita. *Improving Productivity Using Work Study Technique* . 11, International Journal of Research in Engineering & Applied Sciences, Vol. 6, págs. 49-55. 2016.

BORUSYAK, Kirill y HULL, Peterl, JARAVEL, Xavier. *Quasi-experimental shift-share research designs*. 24997, NBER Working Paper. 2018

BULGHERONI, Marcos. Latin America oil and gas: the search for efficiency and improved competitiveness. *World Economic Forum*. [En línea] Disponible en: <https://kutt.it/zIPDwV>. 5 de Abril de 2017.

CARDONA, Luz y SANZ, Juan. *Proyecto propuesta de mejora de métodos y determinación de los tiempos estándar de producción en la empresa G&L Ingenieros LTA*. Pereyra: s.n.. (Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Pereyra). 2007.

CASO, Alfredo. *Técnicas de medición del trabajo*. Madrid: Fundación Cofermental, 2006. 84-96169-89-8. 2006

CHANDURKAR, Pranjali, MADHURI, Kakde y BHADANE, Abhishaek. *Improve the Productivity with help of Industrial Engineering Techniques*. 4, International Journal on Textile Engineering and Processes, Vol. 1. 2015,

DURÁN, Fredy. *Ingeniería de métodos*. Guayaquil: s.n. 2007.

DURAN, Cengiz, CETINDERE, Aysel y AKSU, Yunus. *Productivity improvement by work and time study technique for earth energy-glass manufacturing company*. 4th World Conference on Business, Economics and Management, WCBEM . Vol. 26, págs. 109-113. 2015.

ENERGY WORKING GROUP. 2016. *Energy and economic competitiveness*. 2016.

—. *Oil and Gas Security Exercise in Peru*. 2018.

ERNST & YOUNG. *Peru's oil & gas investment guide 2019/2020*. 2019.

FADZAI, Denford y CHIPAMBWA, Walter. *An exploration of how work study techniques can optimize production in Zimbabwe's Clothing Industry*. 3, Journal of textile and apparel Technology and management, Vol. 10. 2018.

FOREMAM, Dean. Largest, Most Competitive Natural Gas Market Benefits Consumers. *American Petroleum Institute [API]*. [En línea] Disponible en: <https://kutt.it/KW3MeV>. 3 de Febrero de 2020.

GARCIA, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de Métodos*. Segunda. s.l. : Mc Graw Hill. 9223071089. 2008

GRAZZI, Matteo y PIETROBELLI, Carlo. *Banco Interamericano de Desarrollo: Innovación y productividad en las empresas en América Latina y el Caribe: el motor del desarrollo económico*. New York: s.n., 2016.

HEREDIA, Anais. *Reducción de mermas en la producción de sacos de polipropileno para la mejora de la productividad en la Empresa El Águila S.R.L.* Chiclayo : s.n. (Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo). 2016.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la Investigación*. s.l. : MCGRAW-HILL, 2014.

GUJAR, Shantideo y SHAHARE, Achal. *Increasing in productivity by using work study in a manufacturing industry*. 5, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Vol. 5. 2018

KANAWATY, George. *Introduction to work study*. Ginebra : s.n. 9221071081. 1998.

KIRAN, D. *Work Organization and Methods Engineering for Productivity*. 2020.

NIEBEL, Benjamín. 2004. *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Onceava. México D.F. : Alfa Omega, 2004. 9701509935.

OSINERMING. 2018. *Informe para la publicación de la proyección de demanda de Gas Natural de Camisea para la generación eléctrica. PPeriodo 2028-2026*. Lima : s.n., 2018.

MISHRA, Rishabh. *Productivity improvement in Automobile industry by using method study*. 4, International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS), Vol. 1. 2015.

MOKTADIR, Abdul, y otros. *Productivity improvement by work study technique: a case on leather products industry of Bangladesh*. 1, Industrial Engineering & Management, Vol. 6. 2169-0316. 2017.

RAJEEB, Dinpankar y BALAS, Valentina. 2019. *Engineering research methodology: a practical insight for*. s.l. : Springer, 2019.

REPSOL. 2018. Repsol in Peru. *Repsol global*. [En línea] 19 de Setiembre de 2018. <https://kutt.it/2s9ISQ>.

RIVERA, Alejandro, y otros. 2020. *Comparative analysis of natural gas cogeneration incentives on electricity production in Latin America*. Energy Policy, Vol. 142. 2020

RODRÍGUEZ, Javier. 2008. *Determinación del tiempo estándar para las actualizaciones de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera*. Sonora : s.n., 2008. (Tesis de licenciatura, Instituto tecnológico de Sonora).

ROSALES, Carlos. 2017. *Aplicación del estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la producción de pantalones de vestir en la empresa confecciones Ty Monty Paaris san Martín 2017*. Lima : s.n., 2017. (Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo).

SANJAY, Mayuri y PHATAK, Uday. *Enhance labour productivity through applications of work study principles*. 5, International Journal of engineering sciences & research technology, Vol. 6. 2017.

SÄFSTEN, Kristina y GUSTAVSSON, Maria. 2020. *Research methodology: For engineers and other problem-solvers*. 2020.

SLOVIĆ, Dragoslav y TOMAŠEVIĆ, Ivan. Novi Sad, Serbia: s.n. *Reinventing work study for lean manufacturing*. XVII International Scientific Conference on Industrial Systems (IS'17). 2017

ULCO, Claudia. 2015. *Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa industrias Art Print*. Trujillo: s.n., 2015. (Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo).

ANEXOS






Anexo 1. Matriz de consistencia.






Aplicación del estudio de métodos para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Ingisor E.I.R.L – Piura						
Problema general	Objetivo general	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología	
¿Cuánto incrementará la productividad del área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicando estudio de métodos?	Incrementar la productividad en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicando el estudio de métodos.	Aplicando estudio de métodos se incrementa la productividad en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL.	Variable dependiente: productividad. Variable independiente: estudio de métodos.	Actividades	Tipo: aplicada Nivel: explicativo. Diseño: experimental Población: Total de personal operarios. Total de actividades. Total de producción. Muestra: Personal operarios de enero febrero de 2018. Actividades de enero a febrero de 2018.	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			Tiempo	Producción de enero a febrero de 2018. Muestreo: por conveniencia. Técnica de recolección de datos: Observación. Instrumento de recolección de datos: Formato de registro de actividades.
¿Cuánto se reducirá el número de actividades del área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicado estudio de métodos?	Reducir el número de actividades del área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicando estudio de métodos.	La aplicación del estudio de métodos se reduce el número de actividades en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL.		Desperdicio		Formato de registro de actividades.
¿Cuánto se reducirá el tiempo empleado por los operarios en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicado estudio de métodos?	Reducir el tiempo observado empleado por los operarios en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicando estudio de métodos.	La aplicación del estudio de métodos reduce el tiempo observado empleado por el operario en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL.				Formato de registro de desperdicios.
¿En qué forma se reducirá la cantidad de desperdicios en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicado estudio de métodos?	Reducir la cantidad de desperdicios en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL aplicando estudio de métodos.	La aplicación del estudio de métodos reduce la cantidad de desperdicios en el área de producción de la empresa INGINOR EIRL.				






Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables






Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Productividad (variable dependiente)	Productividad es la relación entre la producción obtenida y los recursos manipulados para obtener una producción, los recursos pueden ser tierra, materiales, mano de obra, tiempo, instalaciones, etc., el valor numérico de esta relación se conoce con la denominación de índice de productividad (Duran, 2007).	TO = tiempo promedio del ciclo. TO= tiempo observado	Tiempo observado	Razón
		CD= TM – MU CD: cantidad de desperdicios. TM: total de materiales. MU: materiales usados.	Cantidad de Desperdicios	Razón
		NA= NO+NI+ND+NT+NA DONDE: NA=número de actividades NO=número de operaciones. NI=número de inspecciones. ND=número de demoras. NT=número de trasportes. NA= número de almacenamiento	Número de actividades	Razón
Estudio de métodos (variable independiente)	El estudio de métodos se basa en una mejora continua de las actividades por medio del registro y examen crítico sistemático de las personas al desenvolverse, buscando incrementar la productividad (Kanawaty, 1998).	Número de actividades	Actividades actuales	Razón
		Número de actividades	Actividades mejoradas.	Razón
		Número total de personas capacitadas.	Capacitación	Razón






Anexo 3. Instrumento de recolección de datos.






FORMATO DE ACTIVIDADES DEL PROCESO							
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	DESMONTAJE DE TUBERÍAS DE TANQUES GLP						
MÉTODO	ACTUAL- PRE TEST						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
MES	ene-18						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					
							
1	Inspeccion de EPP		x				-
2	Inspeccion de herramientas		x				-
3	Se dirige al area de valvulas de control			x			-
4	Cerrar la multivalvula (valvula de control) del tanque de glp, bloqueando el suministro de gas.	x					-
5	Inspeccionar valvula		x				-
6	Cerrar la valvula de bola ubicada a la salida del regulador.	x					-
7	Colocar la señalizacion de bloqueo	x					-
8	Se dirige al area de desmante de tuberías			x			-
9	Eliminar el remanente de gas contenido en las tuberías que han sido bloqueadas.	x					-
10	Inspeccionar		x				-
11	Esperar un momento				x		-
12	Abrir valvula de bola de las tuberías de fierro.	x					-
13	Colocar una llave sobre la tubería de fierro y otra sobre el accesorio (codo, tee, etc)	x					-
14	Girar las llaves ejerciendo una fuerza en sentido opuesto una de otra	x					-
15	Se desajusta los accesorios de union universal	x					-
16	Colocar un tapon en los extremos de las tuberías abiertas	x					-
17	Inspeccionar que las tuberías intervenidas esten libres de fuga de gas		x				-
18	Dirigirse a la multivalvula			x			-
19	Liberacion y apertura de solo una multivalvula de tanque	x					-
20	Evaluacion de hermeticidad de las tuberías intervenidas	x					-
21	Esperar un momento				x		-
22	Se repite a realizar la hermeticidad de tuberías	x					-
23	Inspeccionar		x				-
24	Las tuberías desmontadas se acarrean manualmente	x					-
25	Traslado de tuberías			x			-
26	Esperar la atencion del almacenero				x		-
27	Almacenamiento de tuberías					x	-
28	Retornar al lugar			x			-
29	Retirar el seguro y etiquetas de bloqueo en el dispositivo de aislamiento de energia.	x					-






REGISTRO DE ACTIVIDADES DEL PROCESO							
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	INSTALACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE						
MÉTODO	ACTUAL - PRE TEST						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
MES	ene-18						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					
							
1	Inspección de EPP		x				
2	Inspeccion de herramientas		x				
3	Realizar el marcado en la base del concreto los puntos. (lapiz)	x					
4	inspeccionar		x				
5	selección de la broca adecuada	x					
6	seleccionar el taladro	x					
7	seleccionar y usar un taladro	x					
8	colocar y asegurar la broca seleccionada con el mandril del taladro.	x					
9	conectar el taladro a la fuente de energia.	x					
10	perforar el concreto	x					
11	retira la broca y limpia el agujero	x					
12	inspeccionar		x				
13	colocar un perno de expansión en el agujero.	x					
14	golpear con el martillo para ajustar la tuerca del perno	x					






REGISTRO DE ACTIVIDADES DEL PROCESO							
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE COBRE PARA EL TANQUE						
MÉTODO	ACTUAL						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
MES	ene-18						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					
							
1	Inspeccion de EPP		x				
2	Inspeccion de herramientas		x				
3	Con la herramienta numérica mida la longitud de los tramos de tuberías a	x					
4	dirigirse al cortatubo			x			
5	cortar la longitud medida de tubería de cobre a usar.	x					
6	limar los bordes o cantos de la tubería de cobre limpiándolos de virutas y rebordes	x					
7	verificar el lijado de la tubería		x				
8	asegurarse que las mangueras sean de material compatible y de presión adecuada al gas a usar.		x				
9	Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.	x					
10	mangueras no estén deterioradas		x				
11	verificar que las válvulas antiretroceso estén correctamente instaladas.		x				
12	Abrir la válvula del soplete correspondiente al gas GLP alrededor de 3/4 de vuelta.	x					
13	Encender la mezcla con llama.	x					
14	Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despidan humo.	x					
15	Verifica el manorreductor		x				
16	Aplicar el decapante Borax en la zona que se va a soldar	x					
17	Calentar con el soplete en la zona donde se aplicará la soldadura.	x					
18	aplicar la soldadura de Ag 15%, el calor fundirá la soldadura extendiéndose entre las juntas de los tubos.	x					
19	verificar la soldadura		x				
20	Enfriar la tubería caliente aplicando un agua.	x					
21	instalacion de tuberías	x					






REGISTRO DE ACTIVIDADES DEL PROCESO							
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	IZAJE DE TANQUES GLP						
MÉTODO	ACTUAL						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
MES	ene-18						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					
							
1	Inspeccion de EPP		x				
2	Inspeccion de herramientas		x				
3	Colocar malla de seguridad y señalización para delimitar el área de trabajo.	x					
4	Se evacuará a todo el personal ajeno a la maniobra.				x		
5	inspección de toda el área de maniobra de izaje, carga y donde se ubicará el Camión Grúa, para que no exista ningún personal ajeno, terceros y que solo exista personal de izaje y Carga		x				
6	inspeccionar sogas		x				
7	dirigirse hacia el tanque			x			
8	Se colocarán dos sogas de nylon en 02 puntos del tanque, específicamente, en las patas soportes del tanque	x					
9	amarrar las sogas sujetando el tanque	x					
10	inspeccionar nudos		x				
11	La Grúa tomará el tanque desde su base de apoyo levantando unos pocos centímetros verificando que la carga está balanceada	x					
12	se procede a izar el tanque	x					
13	proceden a desatar las sogas en los puntos de viento y desenganchan el tanque.	x					

REGISTRO DE ACTIVIDADES DEL PROCESO							
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	PINTADO DE TUBERÍAS SUPERFICIALES						
MÉTODO	ACTUAL						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
MES	ene-18						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					
							
1	Inspección de EPP		x				
2	Inspección de herramientas		x				
3	Abrir el envase y mezclar bien el material incorporando todos los sedimentos hasta lograr su homogenización total.	x					
4	Diluir siempre la pintura	x					
5	demora				x		
6	Limpiar la superficie de la tuberías	x					
7	Aplicación de anticorrosivo Zin cromato	x					
8	secado de pintura				x		
9	Aplicación de Esmalte sintético	x					
10	limpieza de equipos	x					
11	secado de pintura				x		
12	verificar		x				

REGISTO DE ACTIVIDADES DEL PROCESO								
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL							
OPERACIÓN	INSTALACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE							
MÉTODO	ACTUAL							
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL							
MES	feb-18							
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO						
								
1	Inspeccion de EPP		x					
2	Inspeccion de herramientas		x					
3	Realizar el marcado en la base del concreto los puntos.(lapiz)	x						
4	selección de la broca adecuada	x						
5	seleccionar y usar un taladro	x						
6	colocar y asegurar la broca seleccionada con el mandril del taladro.	x						
7	conectar el taladro a la fuente de energia.	x						
8	perforar el concreto	x						
9	retira la broca y limpia el agujero	x						
10	colocar un perno de expansión en el agujero.	x						
11	golpear con el martillo para ajustar la tuerca del perno	x						

REGISTRO DE ACTIVIDADES DEL PROCESO							
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE COBRE PARA EL TANQUE						
MÉTODO	ACTUAL						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
MES	feb-18						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					
							
1	Inspeccion de EPP		x				
2	Inspeccion de herramientas		x				
3	Con la herramienta huincha mida la longitud de los tramos de tuberías a cortar.	x					
4	cortar la longitud medida de tubería de cobre a usar.	x					
5	limar los bordes o cantos de la tubería de cobre limpiándolos de virutas y rebordes	x					
6	verificar el lijado de la tubería		x				
7	verificar equipo y herramientas de soldadura		x				
8	Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.	x					
9	Abrir la válvula del soplete correspondiente al gas GLP alrededor de 3/4 de vuelta.	x					
10	Encender la mezcla con llama.	x					
11	Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.	x					
12	Verifica el manorreductor		x				
13	Aplicar el decapante Borax en la zona que se va a soldar	x					
14	Calentar con el soplete en la zona donde se aplicará la soldadura.	x					
15	aplicar la soldadura de Ag 15%, el calor fundirá la soldadura extendiéndose entre las juntas de los tubos.	x					
16	verificar la soldadura		x				
17	Enfriar la tubería caliente aplicando un agua.	x					
18	instalacion de tuberias	x					

REGISTRO DE ACTIVIDADES DEL PROCESO								
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL							
OPERACIÓN	IZAJE DE TANQUES GLP							
MÉTODO	ACTUAL							
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL							
MES	feb-18							
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO						
								
1	Inspección de EPP		x					
2	Inspección de herramientas		x					
3	Colocar malla de seguridad y señalización para delimitar el área de trabajo.	x						
4	Se evacuará a todo el personal ajeno a la maniobra.				x			
5	inspección de toda el área de maniobra de Izaje, carga y donde se ubicará el Camión Grúa, para que no exista ningún personal ajeno, terceros y que solo exista personal de Izaje y Carga		x					
6	Se colocarán dos sogas de nylon en 02 puntos del tanque, específicamente, en las patas soportes del tanque	x						
7	La Grúa tomará el tanque desde su base de apoyo levantando unos pocos centímetros verificando que la carga está balanceada	x						
8	proceden a desatar las sogas en los puntos de viento y desenganchan el tanque.	x						

REGISTRO DE ACTIVIDADES DEL PROCESO								
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL							
OPERACIÓN	PINTADO DE TUBERÍAS SUPERFICIALES							
MÉTODO	ACTUAL							
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL							
MES	feb-18							
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO						
								
1	Inspección de EPP		x					
2	Inspección de herramientas		x					
3	Abrir el envase y mezclar bien el material incorporando todos los sedimentos hasta lograr su homogenización total.	x						
4	Diluir siempre la pintura	x						
5	Limpiar la superficie de la tuberías	x						
6	Aplicación de anticorrosivo Zin cromato	x						
7	secado de pintura				x			
8	Aplicación de Esmalte sintético	x						
9	secado de pintura				x			
10	verificar	x						

Anexo 4. Validación de instrumentos de recolección de datos.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Jorge Tapia Castro con DNI N° 02620996 ingeniero
en Ing Industrial de profesión Ingeniero Industrial

Desempeñándome actualmente como Docente Universitario en
UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento:

Ficha de registro de actividades

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Ficha de registro de actividades	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente.

DNI : 02620996
Especialidad : Ingeniería Industrial
Firma :


JORGE TAPIA CASTRO
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 142342

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Cesar Adriana Vilela Calle con DNI N° 02612171 Doctor,
Magister en Admin. y Dirccc. de Empresas de
profesión Ing. Industrial desempeñándome actualmente
como Docente en Universidad Cesar Vallejo Piur

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento:

Ficha de registro de actividades

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Ficha de registro de actividades	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente.

DNI : 02612171
Especialidad : Ing. Industrial
Firma :



Cesar Vilela Calle
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP. 52627



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Doctor,
Magister en DOCENCIA UNIVERSITARIA de
profesión INGENIERO INDUSTRIAL desempeñándome actualmente
como DOCENTE en UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento:

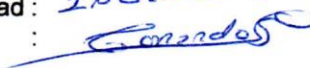
Ficha de registro de actividades

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Ficha de registro de actividades	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente.


Mg. Gerardo Sosa Panta
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP 67114

DNI 03591940
Especialidad : INGENIERO INDUSTRIAL
Firma : 



FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Ficha de registro de tiempos

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20					Regular 21 - 40					Buena 41 - 60					Muy Buena 61 - 80					Excelente 81 - 100					OBSERVACIONES
		0	5	10	15	20	21	25	30	35	40	41	45	50	55	60	61	65	70	75	76	80	85	90	95	96	
ASPECTOS DE VALIDACION																											
1. Claridad	Esta formulado con un lenguaje apropiado																			79							
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables																			79							
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación																			79							
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems																			79							
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.																			79							



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Jorge Tapia Castro con DNI N° 02620996 Ingeniero
en Ing. Industrial de profesión Ingeniero Industrial
desempeñándome actualmente como Docente Universitario en
UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS


Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento:

Ficha de registro de pérdidas

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Ficha de registro de pérdidas	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente.

DNI
Especialidad 02620996
Firma Ingeniería Industrial

JORGE TAPIA CASTRO
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 142342

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, César Vilela Calle con DNI N° 02612171 Doctor,
Magister en Adm. de Empresas de profesión Ing. Industrial
desempeñándome actualmente como Docente en
Universidad César Vallejo de Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento:

Ficha de registro de pérdidas

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Ficha de registro de pérdidas	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente.

DNI : 02612171
Especialidad : Ing. Industrial
Firma :



Cesar Vilela Calle
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP. 52622



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Doctor,
Magister en DOCENCIA de profesión INGENIERO INDUSTRIAL
desempeñándome actualmente como DOCENTE en
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento:

Ficha de registro de pérdidas

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Ficha de registro de pérdidas	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente.

Gerardo Sosa Panta
Mg. Gerardo Sosa Panta
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP 67114

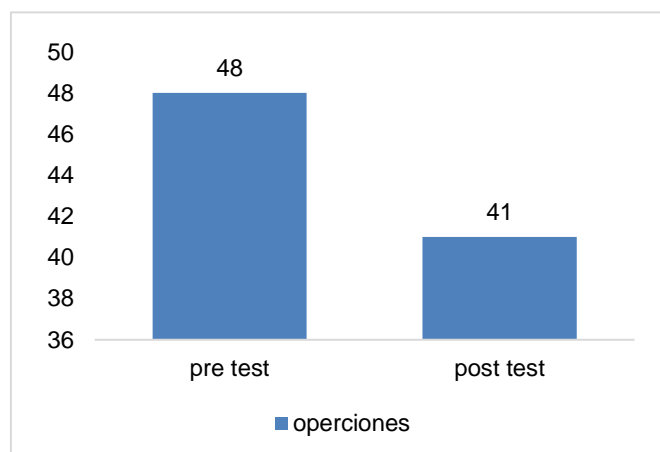
DNI 03591940
Especialidad : INGENIERO INDUSTRIAL
Firma : Gerardo Sosa Panta

Anexo 5. Cálculos estadísticos.

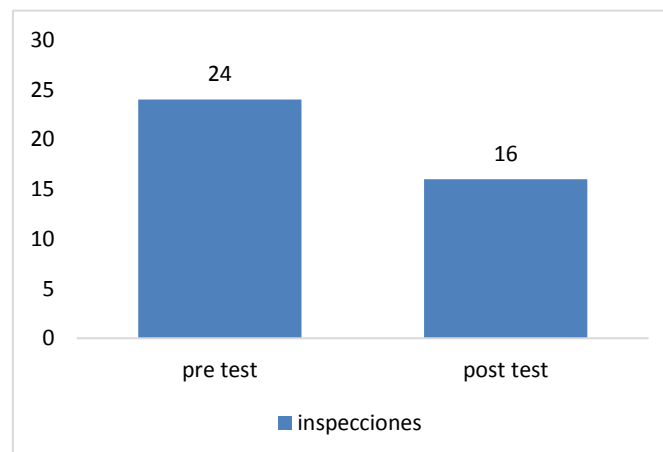
- Número de actividades pre test y post test

Actividades del proceso de instalación de gas industrial				
Actividades	pre test	post test	Número Actividades reducidas	% de Actividades reducidas
Operaciones	48	41	7	14.6
Inspecciones	24	16	8	33.3
Transporte	7	3	4	57.1
Demora	7	5	2	28.6
Almacenamiento	1	1	0	0.0
Total	87	66	21	24.1

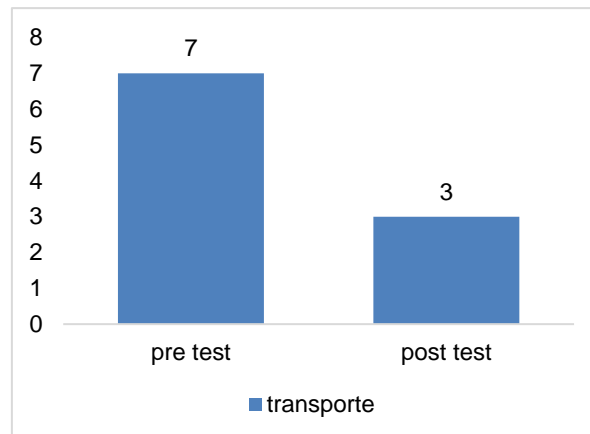
- Número de Operaciones pre test y post test



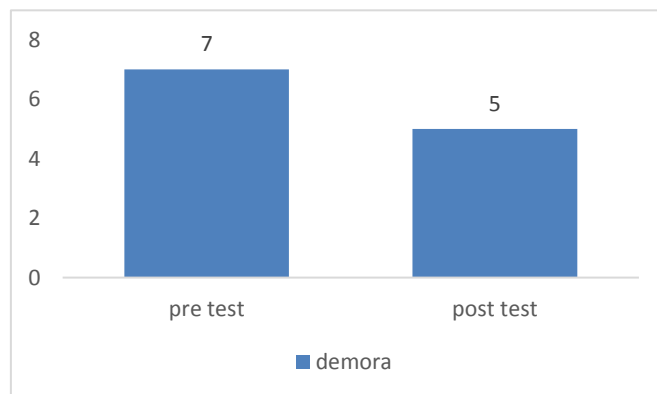
- Número de inspecciones pre test y post test



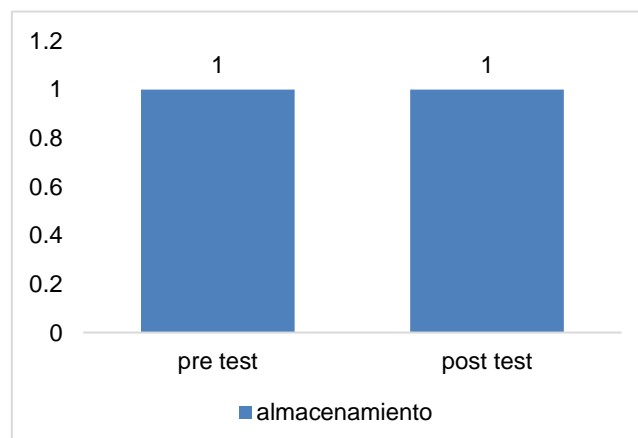
- Número de transportes pre test y post test



- Número de demoras pre test y post test



- Número de demoras pre test y post test



PROMEDIO DE TIEMPO PRE TEST	
ACTIVIDAD	TIEMPO PRE TEST (minutos)
DESMONTAJE	262.0
INSTALACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE	125.0
INSTALACIÓN DE TUBERIAS DE COBRE PARA EL TANQUE	1617.0
IZAJE DE TANQUES GLP	124.0
PINTADO DE TUBERÍAS SUPERFICIALES	179.0
TOTAL	2307.0

PROMEDIO DE TIEMPO POST TEST	
ACTIVIDAD	TIEMPO PRE TEST (minutos)
DESMONTAJE	116.0
INSTALACION DE PERNOS DE ANCLAJE	108.0
INSTALACIÓN DE TUBERIAS DE COBRE PARA EL TANQUE	1411.0
IZAJE DE TANQUES GLP	97.0
PINTADO DE TUBERÍAS SUPERFICIALES	143.0
TOTAL	1875.0

Materiales pre test.

Cantidad	Unidad	Tipo de Material	Cantidad utilizado	Cantidad desperdiciado	cantidad utilizado + c.desperdiciado	Cantidad retornado	porcentaje utilizado	porcentaje desperdiciado
80	mtrs	Tuberia de cobre de 1/2"	76.0	2.5	78.5	1.5	96.8	3.2
30	mtrs	Tuberia de cobre de 3/4"	25.0	1.3	26.3	3.7	95.1	4.9
10	Rollo	Cinta Teflon	8.0	1.0	9.0	1.0	88.9	11.1
30	und	Soldadura de Plata 15%	27.0	3.0	30.0	0.0	90.0	10.0
10	Galon	Pintura Esmalte	8.0	1.0	9.0	1.0	88.9	11.1
100	und	Tarujos plastico	80.0	10.0	90.0	10.0	88.9	11.1
100	und	Autoroscante	80.0	10.0	90.0	10.0	88.9	11.1
50	und	Llave De Bronce De 1/2" - Rubbing	44.0	1.0	45.0	5.0	97.8	2.2
TOTAL				29.8			91.9	8.1

Materials post test.

[illegible]

Estadística descriptiva de los resultados del primer objetivo específico mediante el uso del IBM SPSS STATISTICS.

- Resumen de casos

Observación		Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Número de actividades	Antes	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%
	Después	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%

La presente tabla permite mostrar el resumen de procesamiento de casos lo que significa, que no hay datos perdidos en la muestra tomada de datos del número de actividades antes (pre test) y después (post test) indicando así que hay 100.0 % de datos válidos.

- Descriptivos.

Observación			Estadístico	Desv. Error
Número de actividades	Antes	Media	17,4000	8,55921
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-6,3642
			Límite superior	41,1642
		Media recortada al 5%	16,6111	
		Mediana	7,0000	
		Varianza	366,300	
		Desv. Desviación	19,13897	
		Mínimo	1,00	
		Máximo	48,00	
		Rango	47,00	
		Rango intercuartil	32,00	
		Asimetría	1,324	,913
		Curtosis	1,078	2,000
	Después	Media	13,2000	7,41889
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-7,3982
			Límite superior	33,7982
		Media recortada al 5%	12,3333	
		Mediana	5,0000	
		Varianza	275,200	

	Desv. Desviación	16,58915	
	Mínimo	1,00	
	Máximo	41,00	
	Rango	40,00	
	Rango intercuartil	26,50	
	Asimetría	1,650	,913
	Curtosis	2,478	2,000

La presente tabla permite mostrar que la media antes de la mejora (pre test) es de 17.4, donde el valor máximo es de 48 que son las operaciones y el valor mínimo es de 1 que son los almacenamientos, asimismo se observa que la media después (post test) de la mejora del método es de 13.2, donde el valor máximo es de 41 que son las operaciones y el valor mínimo es de 1 que son los almacenamientos.

- Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad							
Observación		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Número	Antes	,307	5	,140	,852	5	,202
	Después	,289	5	,198	,803	5	,085

Para realizar la prueba de normalidad se considera la prueba Shapiro-Wilk porque se ha analizado las muestras que tienen menos de 30 datos.

El criterio para determinar la normalidad de la variable número de actividades es que el valor de la significancia antes es de 0.202 y el valor de la significancia después es de 0.085, entonces estos valores son mayores que $\alpha=0.05$, por la cual significa que los datos provienen de una distribución normal.

Estadística descriptiva de los resultados del segundo objetivo específico mediante el uso del IBM SPSS STATISTICS.

- Resumen de casos

Observación		Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Minutos	Antes	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%
antes- despues	Despues	5	100,0%	0	0,0%	5	100,0%

La presente tabla permite mostrar el resumen de procesamiento de casos lo que significa, que no hay datos perdidos en la muestra tomada de datos del número de actividades antes (pre test) y después (post test) indicando así que hay 100.0 % de datos válidos.

- Descriptivos.

observación					Estadístico	Desv. Error
Minutos antes- después	Antes	Media			461,4000	289,99355
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		-343,7512	
			Límite superior		1266,5512	
		Media recortada al 5%			415,9444	
		Mediana			179,0000	
		Varianza			420481,300	
		Desv. Desviación			648,44529	
		Mínimo			124,00	
		Máximo			1617,00	
		Rango			1493,00	
		Rango intercuartil			815,00	
		Asimetría			2,195	,913
		Curtosis			4,846	2,000
		Despues		Media		
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			-344,4085		
	Límite superior			1094,4085		
Media recortada al 5%				332,8889		
Mediana				116,0000		
Varianza				335693,500		
Desv. Desviación				579,39063		
Mínimo				97,00		
Máximo				1411,00		

	Rango	1314,00	
	Rango intercuartil	674,50	
	Asimetría	2,231	,913
	Curtosis	4,983	2,000

La presente tabla permite mostrar que la media antes de la mejora (pre test) es de 461.4 minutos, donde el valor máximo es de 1617 minutos que es el tiempo de la instalación de tuberías de cobre para el tanque, y el valor mínimo es de 124 minutos que es el tiempo del Izaje de tanques GLP, asimismo se observa que la media después (post test) de la mejora del método es de 375.0 minutos, donde el valor máximo es de 1411 minutos que es el tiempo de la instalación de tuberías de cobre para el tanque, y el valor mínimo es de 97 minutos que es el tiempo del Izaje de tanques GLP.

- Pruebas de normalidad

Observación		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Minutos	Antes	,421	5	,004	,625	5	,094
antes	Despues	,456	5	,001	,579	5	,105
despues							

Para realizar la prueba de normalidad se considera la prueba Shapiro-Wilk porque se ha analizado las muestras que tienen menos de 30 datos.

El criterio para determinar la normalidad de la variable número de actividades es que el valor de la significancia antes es de 0.094 y el valor de la significancia después es de 0.105, entonces estos valores son mayores que $\alpha=0.05$, por la cual significa que los datos provienen de una distribución normal.

Estadística descriptiva de los resultados del tercer objetivo específico mediante el uso del IBM SPSS STATISTICS.

- Resumen de casos

		Casos					
	Observación	Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DESPERDICIOS	Antes	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
ANTES - DESPUES	Despues	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

La presente tabla permite mostrar el resumen de procesamiento de casos lo que significa, que no hay datos perdidos en la muestra tomada de datos del número de actividades antes (pre test) y después (post test) indicando así que hay 100.0 % de datos válidos.

- Descriptivos.

		Observación	Estadístico	Desv. Error
DESPERDICIOS	Antes	Media	8,0875	1,39302
ANTES	-	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,7935
DESPUES			Límite superior	11,3815
		Media recortada al 5%	8,2472	
		Mediana	10,5500	
		Varianza	15,524	
		Desv. Desviación	3,94006	
		Mínimo	2,20	
		Máximo	11,10	
		Rango	8,90	
		Rango intercuartil	7,48	
		Asimetría	-,738	,752
		Curtosis	-1,744	1,481
	Después	Media	5,1750	,78983
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,3073
			Límite superior	7,0427
		Media recortada al 5%	5,1722	
		Mediana	5,8000	
		Varianza	4,991	
		Desv. Desviación	2,23399	
		Mínimo	2,10	
		Máximo	8,30	
		Rango	6,20	

	Rango intercuartil	3,90	
	Asimetría	-,214	,752
	Curtosis	-1,488	1,481

La presente tabla permite mostrar que la media antes de la mejora (pre test) es de 8.08%, donde el valor máximo es de 11.1%, y el valor mínimo es de 2.2 %, asimismo se observa que la media después (post test) de la mejora del método es de 5.17%, donde el valor máximo es de 8.3%, y el valor mínimo es de 2.1%.

- Pruebas de normalidad

	Observación	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DESPERDICIOS	Antes	,311	8	,022	,751	8	,068
ANTES	-						
DESPUES	Después	,218	8	,200*	,916	8	,402

Para realizar la prueba de normalidad se considera la prueba Shapiro-Wilk porque se ha analizado las muestras que tienen menos de 30 datos.

El criterio para determinar la normalidad de la variable número de actividades es que el valor de la significancia antes es de 0.068 y el valor de la significancia después es de 0.402, entonces estos valores son mayores que $\alpha=0.05$, por la cual significa que los datos provienen de una distribución normal.

Anexo 6. Procedimiento del estudio de métodos aplicado en la EMPRESA INGINOR EIRL.

1. Selección del área de trabajo

Se ha seleccionado las actividades de instalación de gas industrial ya que presenta los problemas de baja productividad, considerando que estas actividades demandan de gran costo de producción y las pérdidas son considerables.

2. Registrar los detalles del trabajo.

Para registrar los detalles de las actividades de instalación de gas industrial se hizo uso de la herramienta diagrama de actividades de procesos DAP.

La cual se detalla a continuación:

- ACTIVIDAD: Desmontaje de tuberías (pre test).

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO							
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	DESMONTAJE DE TUBERÍAS DE TANQUES GLP						
MÉTODO	ACTUAL						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (minutos)
		●	■	→	•	▲	
1	Inspección de EPP		X				5.00
2	Inspección de herramientas		X				5.00
3	Se dirige al área de válvulas de control			X			5.00
4	Cerrar la multiválvulas (válvula de control) del tanque de GLP, bloqueando el suministro de gas.	X					3.00
5	Inspeccionar válvula		X				
6	Cerrar la válvula de bola ubicada a la salida del regulador.	X					3.00
7	Colocar la señalización de bloqueo	X					3.00
8	Se dirige al área de desmonte de tuberías			X			4.00
9	Eliminar el remanente de gas contenido en las tuberías que han sido bloqueadas.	X					15.00
10	Inspeccionar		X				
11	Esperar un momento				X		10.00
12	Abrir válvula de bola de las tuberías de fierro.	X					3.00
13	Colocar una llave sobre la tubería de fierro y otra sobre el accesorio (codo, tee, etc.)	X					8.00
14	Girar las llaves ejerciendo una fuerza en sentido opuesto una de otra	X					1.00
15	Se desajusta los accesorios de unión universal	X					5.00

16	Colocar un tapón en los extremos de las tuberías abiertas	X					5.00
17	Inspeccionar que las tuberías intervenidas estén libres de fuga de gas		X				2.00
18	Dirigirse a la multiválvulas			X			
19	Liberación y apertura de solo una multiválvulas de tanque	X					3.00
20	Evaluación de hermeticidad de las tuberías intervenidas	X					12.00
21	Esperar un momento				X		10.00
22	Se repite a realizar la hermeticidad de tuberías	X					5.00
23	Inspeccionar		X				
24	Las tuberías desmontadas se acarrean manualmente	X					60.00
25	Traslado de tuberías			X			30.00
26	Esperar la atención del almacenero				X		15.00
27	Almacenamiento de tuberías					X	40.00
28	Retornar al lugar			X			
29	Retirar el seguro y etiquetas de bloqueo en el dispositivo de aislamiento de energía.	X					10.00
							262.00

RESUMEN	
ACTIVIDAD	N°
OPERACIÓN	14
INSPECCION	6
TRANSPORTE	5
DEMORA	3
ALMACENAMIENTO	1
TIEMPO (min)	262.00

- ACTIVIDAD: Instalación de pernos de anclaje (pre test)

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO							
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	INSTALACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE						
MÉTODO	ACTUAL						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
ITEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (minutos)
		●	■	→	D	▲	
1	Inspección de EPP		X				5.00
2	Inspección de herramientas		X				5.00
3	Realizar el marcado en la base del concreto los puntos. (lápiz)	X					12.00
4	Inspeccionar		X				5.00
5	Selección de la broca adecuada	X					3.00
6	Seleccionar el taladro	X					3.00
7	Seleccionar y usar un taladro	X					3.00
8	Colocar y asegurar la broca seleccionada con el mandril del taladro.	X					2.00
9	Conectar el taladro a la fuente de energía.	X					2.00
10	Perforar el concreto	X					48.00
11	Retira la broca y limpia el agujero	X					12.00
12	Inspeccionar		X				5.00
13	Colocar un perno de expansión en el agujero.	X					8.00
14	Golpear con el martillo para ajustar la tuerca del perno	X					12.00
							125.00
RESUMEN							
ACTIVIDAD		N°					
OPERACIÓN		10					

INSPECCIÓN	4
TRANSPORTE	0
DEMORA	0
ALMACENAMIENTO	0
TIEMPO (min)	125.0

- ACTIVIDAD: Instalación de pernos de anclaje (pre test).

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO							
PROCESO	INSTALACION DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	INSTALACION DE TUBERIAS DE COBRE PARA EL TANQUE						
MÉTODO	ACTUAL						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (minutos)
		●	■	→	◐	▲	
1	Inspección de EPP		x				5.00
2	Inspección de herramientas		x				5.00
3	Con la herramienta huincha mida la longitud de los tramos de tuberías a cortar.	x					258.00
4	dirigirse al cortatubo			x			5.00
5	Cortar la longitud medida de tubería de cobre a usar.	x					147.00
6	Limar los bordes o cantos de la tubería de cobre limpiándolos de virutas y rebordes	x					42.00
7	Verificar el lijado de la tubería		x				28.00
8	Asegurarse que las mangueras sean de material compatible y de presión adecuada al gas a usar.		x				8.00
9	Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.	x					10.00
10	Asegurarse que las mangueras no estén deterioradas		x				5.00
11	Verificar que las válvulas antirretroceso estén correctamente instaladas.		x				10.00
12	Abrir la válvula del soplete correspondiente al gas GLP alrededor de 3/4 de vuelta.	x					10.00
13	Encender la mezcla con llama.	x					4.00
14	Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.	x					3.00

15	Verifica el manorreductor		X				2.00
16	Aplicar el decapante Borax en la zona que se va a soldar	X					15.00
17	Calentar con el soplete en la zona donde se aplicará la soldadura.	X					20.00
18	Aplicar la soldadura de Ag 15%, el calor fundirá la soldadura extendiéndose entre las juntas de los tubos.	X					348.00
19	Verificar la soldadura		X				68.00
20	Enfriar la tubería caliente aplicando un agua.	X					23.00
21	Instalación de tuberías	X					625.00
							1641.00

RESUMEN	
ACTIVIDAD	N°
OPERACIÓN	12
INSPECCION	8
TRANSPORTE	1
DEMORA	0
ALMACENAMIENTO	0
TIEMPO (min)	1617.00

- ACTIVIDAD: Izaje de tanques GLP (pre test).

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO							
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	IZAJE DE TANQUES GLP						
MÉTODO	ACTUAL						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (minutos)
		●	■	→	D	▲	
1	Inspección de EPP		X				5.00
2	Inspección de herramientas		X				5.00
3	Colocar malla de seguridad y señalización para delimitar el área de trabajo.	X					28.00
4	Se evacuará a todo el personal ajeno a la maniobra.				X		10.00
5	Inspección de toda el área de maniobra de Izaje, carga y donde se ubicará el Camión Grúa, para que no exista ningún personal ajeno, terceros y que solo exista personal de Izaje y Carga		X				10.00
6	Inspeccionar sogas		X				
7	Dirigirse hacia el tanque			X			
8	Se colocarán dos sogas de nylon en 2 puntos del tanque, específicamente, en las patas soportes del tanque	X					20.00
9	Amarrar las sogas sujetando el tanque	X					
10	Inspeccionar nudos						
11	La Grúa tomará el tanque desde su base de apoyo levantando unos pocos centímetros verificando que la carga está balanceada	X					24.00
12	Se procede a izar el tanque	X					10.00
13	Proceden a desatar las sogas en los puntos de viento y desenganchan el tanque.	X					12.00
							124.00

RESUMEN	
ACTIVIDAD	N°
OPERACIÓN	6
INSPECCIÓN	4
TRANSPORTE	1
DEMORA	1
ALMACENAMIENTO	0
TIEMPO (min)	124.00

- ACTIVIDAD: DAP Pintado de tuberías superficiales (pre test).

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO							
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	PINTADO DE TUBERÍAS SUPERFICIALES						
METODO	ACTUAL						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
ITEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (minutos)
		●	■	→	D	▲	
1	Inspección de EPP		X				5.00
2	Inspección de herramientas		X				5.00
3	Abrir el envase y mezclar bien el material incorporando todos los sedimentos hasta lograr su homogenización total.	X					15.00
4	Diluir siempre la pintura	X					12.00
5	Demora				X		
6	Limpiar la superficie de las tuberías	X					20.00
7	Aplicación de anticorrosivo Zinc cromato	X					45.00
8	secado de pintura				X		10.00
9	Aplicación de Esmalte sintético	X					45.00
10	Limpieza de equipos	X					
11	Secado de pintura				X		10.00
12	Verificar		X				12.00
							179.00
RESUMEN							
ACTIVIDAD		N°					
OPERACIÓN		6					
INSPECCION		2					
TRANSPORTE		0					
DEMORA		3					
ALMACENAMIENTO		0					

TIEMPO (min)	179.00
--------------	--------

3. Análisis de los detalles de trabajo.

TÉCNICA DEL INTERROGATORIO DESMONTAJE DE TUBERÍAS DE TANQUES GLP			
DATOS	INTENCIÓN	PREGUNTA	RESPUESTA
¿Qué se hace?	Eliminar	¿Por qué se hace?	Porque es el inicio de las actividades y se debe cumplir para dar pase a otra operación.
		¿Es necesario hacerlo?	Si es necesario.
		¿Cuál es la finalidad?	Realizar el desmonte de tuberías.
		¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Se puede simplificar mediante una disminución de actividades innecesarias que producen tiempos muertos y que estas actividades no son relevantes.
¿Cómo se hace?	Simplificar	¿Por qué se hace así?	Por falta de análisis en el método de trabajo en las actividades.
		¿Es preciso hacerlo así?	No es preciso porque hay demoras innecesarias.
		¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se puede eliminar dejando sin efecto las actividades improductivas.
Análisis	En esta operación se ha determinado la eliminación de algunas actividades que no contribuyen a mejorar el método, criteriosamente se ha suprimido las siguientes actividades: inspeccionar válvula, abrir válvula de bola e la tuberías, Se desajusta los accesorios de unión universal, Colocar un tapón en los extremos de las tuberías abiertas, Inspeccionar que las tuberías intervenidas estén libres de fuga de gas, y las actividades de espera.		

TÉCNICA DEL INTERROGATORIO INSTALACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE			
DATOS	INTENCIÓN	PREGUNTA	RESPUESTA
¿Qué se hace?	Eliminar	¿Por qué se hace?	Porque es un operación donde se debe cumplir algunas especificaciones del cliente.
		¿Es necesario hacerlo?	Si es necesario.
		¿Cuál es la finalidad?	Realizar la instalación de pernos de anclaje.
		¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Se puede simplificar mediante una disminución de actividades innecesarias que producen tiempos muertos y que estas actividades no son relevantes.
¿Cómo se hace?	Simplificar	¿Por qué se hace así?	Por falta de análisis en el método de trabajo en las actividades.
		¿Es preciso hacerlo así?	No es preciso porque hay demoras innecesarias.

		¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se puede eliminar dejando sin efecto las actividades improductivas.
Análisis	En esta operación se ha determinado la simplificación del método eliminando actividades como: las inspecciones innecesarias además de combinar las actividades de uso y selección del taladro.		







TÉCNICA DEL INTERROGATORIO INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE COBRE PARA EL TANQUE			
DATOS	INTENCIÓN	PREGUNTA	RESPUESTA
¿Qué se hace?	Eliminar	¿Por qué se hace?	Porque es un operación donde se debe cumplir algunas especificaciones del cliente.
		¿Es necesario hacerlo?	Si es necesario.
		¿Cuál es la finalidad?	Realizar la instalación de tuberías de cobre para el tanque glp.
		¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Se puede simplificar mediante una disminución de actividades innecesarias que producen tiempos muertos y que estas actividades no son relevantes.
¿Cómo se hace?	Simplificar	¿Por qué se hace así?	Por falta de análisis en el método de trabajo en las actividades.
		¿Es preciso hacerlo así?	No, porque hay demoras innecesarias.
		¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se puede eliminar dejando sin efecto las actividades improductivas.
Análisis	En esta operación se ha determinado la simplificación del método eliminando actividades como: los desplazamientos para dirigirse al cortatubo, inspeccionar y asegurarse que las mangueras no estén deterioradas y verificar que las válvulas anti retroceso estén correctamente instaladas, estas actividades no son de mucha importancia al momento del desarrollo del método.		

TÉCNICA DEL INTERROGATORIO DE IZAJE DE TANQUE GLP			
DATOS	INTENCIÓN	PREGUNTA	RESPUESTA
¿Qué se hace?	Eliminar	¿Por qué se hace?	Porque es un operación donde se debe cumplir algunas especificaciones del cliente.
		¿Es necesario hacerlo?	Si es necesario.
		¿Cuál es la finalidad?	Realizar el izaje de tanque GLP.
		¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Se puede simplificar mediante una disminución de actividades innecesarias que producen tiempos

			muertos y que estas actividades no son relevantes.
¿Cómo se hace?	Simplificar	¿Por qué se hace así?	Por falta de análisis en el método de trabajo en las actividades.
		¿Es preciso hacerlo así?	No, porque hay demoras innecesarias.
		¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se puede eliminar dejando sin efecto las actividades improductivas.
Análisis	En esta operación se ha determinado la simplificación del método eliminando actividades como: las inspecciones, los desplazamientos excesivos, que producen demasiado tiempo para cumplir con esta operación.		







4. Desarrollo del método simplificado para el desarrollo de las actividades.

ACTIVIDAD: Pintado de tuberías superficiales (post test).

		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO						
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL							
OPERACIÓN	DESMONTAJE DE TUBERÍAS DE TANQUES GLP							
MÉTODO	MEJORADO							
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL							
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					-	TIEMPO (minutos)
								
1	Inspección de EPP		X				-	3.00
2	Inspección de herramientas		X				-	3.00
3	Se dirige al área de válvulas de control			X			-	4.00
4	Cerrar la multiválvulas (válvula de control) del tanque de GLP, bloqueando el suministro de gas.	X					-	3.00
5	Cerrar la válvula de bola ubicada a la salida del regulador.	X					-	3.00
6	Colocar la señalización de bloqueo	X					-	3.00
7	Se dirige al área de desmonte de tuberías			X			-	5.00
8	Eliminar el remanente de gas contenido en las tuberías que han sido bloqueadas.	X					-	15.00
9	esperar un momento				X		-	10.00
10	Colocar una llave sobre la tubería de fierro y otra sobre el accesorio (codo, tee, etc)	X					-	2.00
11	Girar las llaves ejerciendo una fuerza en sentido opuesto una de otra	X					-	4.00
12	Inspeccionar que las tuberías intervenidas estén libres de fuga de gas		X				-	2.00







13	Liberación y apertura de solo una multiválvulas de tanque	X					-	3.00
14	Evaluación de hermeticidad de las tuberías intervenidas	X					-	8.00
15	Esperar un momento				X		-	10.00
16	Se repite a realizar la hermeticidad de tuberías	X					-	5.00
17	Las tuberías desmontadas se acarrearán manualmente	X					-	20.00
18	Traslado de tuberías			X			-	10.00
19	Almacenamiento de tuberías					X	-	0.00
20	Retirar el seguro y etiquetas de bloqueo en el dispositivo de aislamiento de energía.	X					-	3.00
								116.00
RESUMEN								
ACTIVIDAD		N°						
OPERACIÓN		11						
INSPECCIÓN		3						
TRANSPORTE		3						
DEMORA		2						
ALMACENAMIENTO		1						
TIEMPO (min)		116.00						

ACTIVIDAD: Instalación de pernos de anclaje (post test).

		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO					
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	INSTALACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE						
MÉTODO	ACTUAL						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (minutos)
							
1	Inspección de EPP		X				3.00
2	Inspección de herramientas		X				3.00
3	Realizar el marcado en la base del concreto los puntos (lápiz).	X					12.00
4	Selección de la broca adecuada	X					3.00
5	Seleccionar y usar un taladro	X					3.00
6	Colocar y asegurar la broca seleccionada con el mandril del taladro.	X					2.00
7	Conectar el taladro a la fuente de energía.	X					2.00
8	Perforar el concreto	X					48.00
9	Retira la broca y limpia el agujero	X					12.00
10	Colocar un perno de expansión en el agujero.	X					8.00
11	Golpear con el martillo para ajustar la tuerca del perno	X					12.00
							108.00
RESUMEN							
ACTIVIDAD		N°					
OPERACIÓN		9					
INSPECCION		2					







TRANSPORTE	0
DEMORA	0
ALMACENAMIENTO	0
TIEMPO (min)	108.00

ACTIVIDAD: Instalación de tuberías de cobre para el tanque (post test).

		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO					
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	INSTALACIÓN DE TUBERIAS DE COBRE PARA EL TANQUE						
MÉTODO	MEJORADO						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (minutos)
							
1	Inspección de EPP		X				3.00
2	Inspección de herramientas		X				3.00
3	Con la herramienta huincha mida la longitud de los tramos de tuberías a cortar.	X					226.00
4	Cortar la longitud medida de tubería de cobre a usar.	X					128.00
5	Limar los bordes o cantos de la tubería de cobre limpiándolos de virutas y rebordes	X					38.00
6	Verificar el lijado de la tubería		X				21.00
7	Verificar equipo y herramientas de soldadura		X				5.00
8	Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.	X					10.00
9	Abrir la válvula del soplete correspondiente al gas GLP alrededor de 3/4 de vuelta.	X					10.00
10	Encender la mezcla con llama.	X					2.00
11	Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.	X					3.00
12	Verifica el manorreductor		X				2.00
13	Aplicar el decapante Borax en la zona que se va a soldar	X					15.00







14	Calentar con el soplete en la zona donde se aplicará la soldadura.	X						20.00
15	Aplicar la soldadura de Ag 15%, el calor fundirá la soldadura extendiéndose entre las juntas de los tubos.	X						312.00
16	Verificar la soldadura		X					55.00
17	Enfriar la tubería caliente aplicando un agua.	X						23.00
18	Instalación de tuberías	X						535.00
								1 411.00
RESUMEN								
ACTIVIDAD		N°						
OPERACIÓN		11						
INSPECCION		6						
TRANSPORTE		0						
DEMORA		0						
ALMACENAMIENTO		0						
TIEMPO (min)		1411.00						

ACTIVIDAD: Izaje de tanques GLP (post test).

		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO					
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	IZAJE DE TANQUES GLP						
MÉTODO	MEJORADO						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (minutos)
							
1	Inspección de EPP		X				3.00
2	Inspección de herramientas		X				3.00
3	Colocar malla de seguridad y señalización para delimitar el área de trabajo.	X					22.00
4	Se evacuará a todo el personal ajeno a la maniobra.				X		10.00
5	inspección de toda el área de maniobra de Izaje, carga y donde se ubicará el Camión Grúa, para que no exista ningún personal ajeno, terceros y que solo exista personal de Izaje y Carga		X				10.00
6	Se colocarán dos sogas de nylon en 02 puntos del tanque, específicamente, en las patas soportes del tanque	X					17.00
7	La Grúa tomará el tanque desde su base de apoyo levantando unos pocos centímetros verificando que la carga está balanceada	X					24.00
8	Proceden a desatar las sogas en los puntos de viento y desenganchan el tanque.	X					8.00
							97.00
RESUMEN							

ACTIVIDAD	N°
OPERACIÓN	4
INSPECCION	3
TRANSPORTE	0
DEMORA	1
ALMACENAMIENTO	0
TIEMPO (min)	97.00

ACTIVIDAD: Pintado de tuberías superficiales (post test).

		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO					
PROCESO	INSTALACIÓN DE GAS INDUSTRIAL						
OPERACIÓN	PINTADO DE TUBERÍAS SUPERFICIALES						
MÉTODO	ACTUAL						
ANALISTA	FREDY RIVAS RUJEL						
ÍTEM	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (minutos)
							
1	Inspección de EPP		X				3.00
2	Inspección de herramientas		X				3.00
3	Abrir el envase y mezclar bien el material incorporando todos los sedimentos hasta lograr su homogenización total.	X					9.00
4	Diluir siempre la pintura	X					10.00
5	Limpiar la superficie de las tuberías	X					16.00
6	Aplicación de anticorrosivo Zinc cromato	X					38.00
7	Secado de pintura				X		10.00
8	Aplicación de Esmalte sintético	X					36.00
9	Secado de pintura				X		10.00
10	Verificar	X					8.00
RESUMEN							143.00
ACTIVIDAD		N°					
OPERACIÓN		6					
INSPECCION		2					
TRANSPORTE		0					

DEMORA	2
ALMACENAMIENTO	0
TIEMPO (min)	143.00

5. Capacitación a los operadores.

Luego de plantear el método simplificado se procedió a realizar una capacitación al personal competente en las actividades de instalación de gas industrial, con la finalidad de concientizarlos de manera que entiendan el nuevo método y el gran beneficio que desencadena la productividad en una organización.

6. Estudio de tiempos

6.1. Desmontaje de tuberías de tanques GLP

N° DE ELEMEN- TOS	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS	CICLOS										TEMPO OBSERVADO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIEMPO (min)
		TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)
1	Inspección de EPP	5.40	4.96	4.92	4.88	4.84	4.86	4.89	4.98	5.10	5.2	5.00
2	Inspección de herramientas	5.10	5.13	4.95	5.36	4.97	4.9	5.10	5.2	5.10	4.2	5.00
3	Se dirige al área de válvulas de control	5.00	5.1	4.80	5.3	4.40	4.8	5.00	5.7	5.00	4.9	5.00
4	Cerrar la multiválvulas (válvula de control) del tanque de GLP, bloqueando el suministro de gas.	3.00	2.95	2.90	2.85	3.12	3.16	3.17	2.97	2.88	2.95	3.00
5	Inspeccionar válvula											
6	Cerrar la válvula de bola ubicada a la salida del regulador.	3.15	3.87	3.20	3.19	2.08	2.95	2.92	2.89	2.96	2.83	3.00
7	Colocar la señalización de bloqueo	3.00	3.1	3.30	3.15	2.60	2.6	2.90	3.05	3.20	3.05	3.00
8	Se dirige al área de desmonte de tuberías	4.00	4.08	4.10	4.2	4.30	4.4	4.00	3.56	3.64	3.72	4.00
9	Eliminar el remanente de gas contenido en las tuberías que han sido bloqueadas.	15.30	14.87	14.74	16.61	14.30	15.35	14.22	14.79	14.96	14.83	15.00

10	Inspeccionar											
11	Esperar un momento	10.00	9.95	9.90	9.85	10.80	9.75	9.70	9.65	10.70	9.65	10.00
12	Abrir válvula de bola de las tuberías de fierro.	3.00	2.75	2.50	2.25	3.12	3.75	3.50	3.05	3.00	3.05	3.00
13	Colocar una llave sobre la tubería de fierro y otra sobre el accesorio (codo, tee, etc.)	8.00	7.89	7.78	7.77	7.96	7.85	8.34	8.23	8.12	8.01	8.00
14	Girar las llaves ejerciendo una fuerza en sentido opuesto una de otra	1.00	1.16	1.32	1.48	0.64	0.8	0.96	1.12	1.08	0.44	1.00
15	Se desajusta los accesorios de unión universal	5.10	5.23	4.92	4.88	4.84	5.3	4.76	4.72	5.30	4.94	5.00
16	Colocar un tapón en los extremos de las tuberías abiertas	5.00	5.24	5.48	5.72	5.16	4.2	4.44	4.68	4.92	5.16	5.00
17	Inspeccionar que las tuberías intervenidas estén libres de fuga de gas	2.00	2.2	2.12	2	2.00	1.95	1.90	1.95	1.90	1.95	2.00
18	Dirigirse a la multiválvulas											
19	Liberación y apertura de solo una multiválvulas de tanque	3.00	3.12	3.14	3.16	3.08	2.9	2.72	2.84	2.96	3.08	3.00
20	Evaluación de hermeticidad de las tuberías intervenidas	12.60	12.15	12.30	12.15	11.60	11.35	11.90	12.05	12.05	11.8	12.00
21	Esperar un momento	10.00	9.65	9.30	8.95	10.60	10.25	10.50	10.55	10.20	9.95	10.00

22	Se repite a realizar la hermeticidad de tuberías	4.85	4.76	5.52	5.18	5.04	5.3	4.85	5.05	5.08	4.34	5.00
23	Inspeccionar											
24	Las tuberías desmontadas se acarrearán manualmente	60.00	61.2	62.40	59.3	61.10	61	57.20	58.4	58.60	60.8	60.00
25	Traslado de tuberías	30.00	28.7	28.40	29.6	29.70	29	31.20	30.9	30.65	31.8	30.00
26	Esperar la atención del almacenero	15.23	15.36	15.30	14.8	15.20	15.1	14.30	14.1	15.40	15.2	15.00
27	Almacenamiento de tuberías	41.20	41.1	41.70	39.1	39.40	40.5	40.60	37.7	38.80	39.9	40.00
28	Retornar al lugar											
29	Retirar el seguro y etiquetas de bloqueo en el dispositivo de aislamiento de energía.	10.00	9.5	9.00	9.9	9.60	10.9	9.60	10.3	11.00	10.2	10.00
	PROMEDIO	264.93	264.02	263.99	261.63	260.45	262.92	258.67	258.43	262.60	261.95	262.0

6.2. Instalación de pernos de anclaje

N° DE ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS	CICLOS										TIEMPO OBSERVADO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIEMPO
		TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)
1	Inspección de EPP	5.0	5.0	4.9	4.9	5.2	4.9	4.9	5.0	5.1	5.2	5.0
2	Inspección de herramientas	4.9	4.9	5.0	4.9	5.0	4.9	5.0	5.2	5.1	5.2	5.0
3	Realizar el marcado en la base del concreto los puntos.(lápiz)	12.1	12.3	11.9	11.9	11.8	11.8	12.1	11.9	11.8	12.1	12.0
4	inspeccionar	5.2	5.0	4.9	4.9	4.8	4.8	4.7	4.9	5.6	5.6	5.0
5	selección de la broca adecuada	3.0	2.9	3.1	3.1	3.2	3.1	2.2	3.1	3.0	2.8	3.0
6	seleccionar el taladro	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0
7	seleccionar y usar un taladro	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	3.3	2.7	3.2	2.9	3.0
8	colocar y asegurar la broca seleccionada con el mandril del taladro.	2.0	1.9	1.7	2.0	2.0	2.3	2.2	2.0	2.0	1.9	2.0
9	conectar el taladro a la fuente de energía.	1.9	2.1	2.2	2.0	1.9	2.0	2.0	1.9	2.1	2.0	2.0

10	perforar el concreto	48.0	49.2	49.1	51.6	47.1	40.2	47.2	49.2	48.2	50.0	48.0
11	retira la broca y limpia el agujero	12.2	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7	12.3	12.1	12.2	12.0
12	inspeccionar	5.1	5.3	4.9	4.9	4.8	4.8	5.0	5.0	4.9	4.9	5.0
13	Colocar un perno de expansión en el agujero.	8.3	8.1	7.5	8.3	7.6	8.0	8.6	8.0	8.0	7.6	8.0
14	golpear con el martillo para ajustar la tuerca del perno	12.2	12.2	12.4	11.6	11.7	11.8	12.1	12.2	11.8	12.1	12.0
	PROMEDIO	125.87	126.66	125.45	127.68	122.79	116.06	124.06	126.42	125.98	127.57	125

6.3. Instalación de tuberías de cobre para el tanque.

N° DE ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS	CICLOS										TIEMPO OBSERVADO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIEMPO (min)
		TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	
1	Inspección de EPP	5.0	4.9	4.8	4.7	4.6	5.2	5.2	5.2	5.2	5.1	5.0
2	Inspección de herramientas	4.8	5.1	5.2	5.3	5.0	5.1	5.0	4.8	4.9	5.1	5.0
3	Con la herramienta huincha mida la longitud de los tramos de tuberías a cortar.	258.0	258.8	257.9	258.1	258.0	257.0	256.7	257.0	260.1	258.0	258.0
4	Dirigirse al cortatubo	4.8	4.9	4.8	4.7	5.0	5.0	5.0	5.3	5.2	5.1	5.0
5	Cortar la longitud medida de tubería de cobre a usar.	147.0	148.2	149.4	150.9	146.0	145.0	147.0	144.0	146.0	146.0	147.0
6	Limar los bordes o cantos de la tubería de cobre limpiándolos de virutas y rebordes	42.3	42.3	42.6	42.9	43.2	41.0	42.0	41.0	41.0	42.0	42.0
7	Verificar el lijado de la tubería.	28.0	28.6	29.2	27.6	27.5	27.1	27.4	29.0	28.0	27.3	28.0
8	Asegurarse que las mangueras sean de material compatible y de presión adecuada al gas a usar.	7.9	7.8	7.6	7.4	8.1	8.3	8.1	8.2	8.4	8.2	8.0
9	Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.	10.0	10.2	10.4	9.5	10.8	9.3	10.2	10.1	9.5	10.0	10.0

10	Asegurarse que las mangueras no estén deterioradas	5.3	5.3	5.6	4.2	5.2	5.0	4.6	4.8	5.0	5.1	5.0
11	Verificar que las válvulas anti retroceso estén correctamente instaladas.	10.0	10.2	10.4	10.0	10.0	9.6	10.0	9.8	9.5	10.0	10.0
12	Abrir la válvula del soplete correspondiente al gas GLP alrededor de 3/4 de vuelta.	10.0	9.9	9.8	9.7	9.6	10.0	10.4	9.8	10.6	10.0	10.0
13	Encender la mezcla con llama.	4.0	4.2	4.4	3.8	4.1	4.0	4.0	3.8	4.1	4.0	4.0
14	Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.	2.8	2.9	2.8	3.0	3.0	3.0	3.2	2.8	3.1	3.0	3.0
15	Verifica el manorreductor	2.0	2.1	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
16	Aplicar el decapante Borax en la zona que se va a soldar	15.0	15.3	15.6	15	15.0	14.2	15.0	15	14.5	15.1	15.0
17	Calentar con el soplete en la zona donde se aplicará la soldadura.	20.0	20.1	20.2	20.3	20.4	20.5	20.0	20.1	18.5	19.8	20.0
18	Aplicar la soldadura de Ag 15%, el calor fundirá la soldadura extendiéndose entre las juntas de los tubos.	349.0	347.4	346.8	348	345.6	348	347.0	349.7	348.4	350.2	348.0
19	Verificar la soldadura	68.0	67.5	68.0	69	68.0	66	66.0	68.5	69.5	69	68.0
20	Enfriar la tubería caliente aplicando un agua.	23.0	22.6	22.2	21.8	21.7	24	23.1	23.5	24.1	23.6	23.0
21	Instalación de tuberías	625.0	626.3	627.6	626.8	630.0	619.8	625.1	623	622.0	624	625.0
	PROMEDIO	1641.9	1644.6	1647.5	1644.7	1642.8	1629.1	1637.0	1637.4	1639.6	1642.6	1641

6.4. Izaje de tanques GLP

N° DE ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS	CICLOS										TIEMPO OBSERVADO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIEMPO
		TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)
1	Inspección de EPP	5.0	5.2	5.4	4.6	5.1	5.0	5.0	5.0	4.8	5.1	5.0
2	Inspección de herramientas	5.0	4.8	4.6	5.6	5.0	5.0	4.8	5.0	5.3	5.2	5.0
3	Colocar malla de seguridad y señalización para delimitar el área de trabajo.	28.0	27.9	27.8	27.7	28.9	26.3	28.0	28.6	28.3	28.0	28.0
4	Se evacuará a todo el personal ajeno a la maniobra.	10.0	10.1	10.2	10.3	9.5	9.8	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
5	Inspección de toda el área de maniobra de Izaje, carga y donde se ubicará el Camión Grúa, para que no exista ningún personal ajeno, terceros y que solo exista personal de Izaje y Carga	10.5	10.2	10.4	10.6	9.2	10.0	9.2	9.6	10.0	10.0	10.0
8	Se colocarán dos sogas de nylon en 02 puntos del tanque, específicamente, en las patas soportes del tanque	20.4	20.3	20.6	19.5	20.0	20.0	20.0	19.1	19.8	20.1	20.0

11	La Grúa tomará el tanque desde su base de apoyo levantando unos pocos centímetros verificando que la carga está balanceada	24.3	23.8	23.6	23.4	23.2	23.0	23.4	26.1	25.2	24.0	24.0
12	se procede a izar el tanque	10.0	9.8	9.6	9.4	10.0	10.0	10.0	10.8	10.2	10.2	10.0
13	Proceden a desatar las sogas en los puntos de viento y desenganchan el tanque.	11.9	11.8	11.6	11.4	12.0	12.0	12.0	12.6	12.5	12.0	12.0
	PROMEDIO	125.1	123.9	123.8	122.5	122.9	121.1	122.4	126.8	126.1	124.6	124

6.5. Pintado de tuberías superficiales

N° DE ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS	CICLOS										TIEMPO OBSERVADO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIEMPO (min)
		TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)
1	Inspección de EPP	5.0	5.1	5.2	5.3	4.7	4.8	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
2	Inspección de herramientas	5.2	5.1	5.2	5.3	5.4	4.8	5.0	4.6	5.0	4.6	5.0
3	Abrir el envase y mezclar bien el material incorporando todos los sedimentos hasta lograr su homogenización total.	14.8	15.2	15.4	15.6	15.3	15.1	15.2	15.0	15.0	13.8	15.0
4	Diluir siempre la pintura	12.0	11.9	11.8	11.7	11.6	11.5	12.5	12.6	12.3	12.0	12.0
5	demora	5.0	5.2	5.4	5.6	5.0	5.0	5.0	4.5	4.6	4.8	5.0
6	Limpiar la superficie de las tuberías	20.0	19.8	20.3	20.1	20.3	20.0	20.0	19.6	19.8	20.0	20.0
7	Aplicación de anticorrosivo zinc cromato	40.5	40.1	40.2	40.3	40.4	40.5	38.5	40.1	39.5	40.0	40.0
8	secado de pintura	10.0	10.2	9.6	10.1	10.0	9.7	9.8	10.3	10.2	10.0	10.0
9	Aplicación de Esmalte sintético	45.3	45.2	45.4	45.1	44.5	45.1	45.0	44.8	44.6	45.1	45.0
11	Secado de pintura	10	10	10	10	10	9.5	9.8	10.2	10.2	10	10.0
12	Verificar	12	12.3	12.6	12	12	12	12	12	11.5	11.7	12.0
		179.8	180.1	181.1	181.1	179.2	178.0	177.8	178.7	177.7	177.0	179